

14

ETUDES ET SYNTHESSES DE L'I.E.M.V.T.

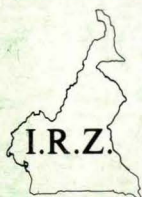
PUBLICATION SPECIALE DE L'I.R.Z. N° 5

ETUDE SUR LA VEGETATION DE L'ADAMAOUA

EVOLUTION, CONSERVATION, REGENERATION ET AMELIORATION
D'UN ECOSYSTEME PATURE AU CAMEROUN

par

G. RIPPSTEIN



M.E.S.R.E.S.
INSTITUT
DE
RECHERCHES
ZOOTECNIQUES
Cameroun

C.I.R.A.D.
INSTITUT D'ELEVAGE
ET DE
MEDECINE VETERINAIRE
DES PAYS TROPICAUX
France



ETUDES ET SYNTHES

DE L'I. E. M. V. T.

1. RICHARD (D.) - Bibliographie sur le dromadaire et le chameau. (épuisé).
2. KINTZ (D.), TOUTAIN (B.) - Lexique commenté peul-latin des flores de Haute-Volta. 1981. (Etude botanique n° 10).
3. AUDRU (J.) - Quelques figuiers d'Afrique de l'Ouest (genre Ficus, Moracées). 1982.
4. CAMUS (E.), BARRE (N.) - La cowdriose (Heartwater). Revue générale des connaissances. 1982.
5. LEFEVRE (P.C.) - Peste des petits ruminants et infection bovine pestique des ovins et caprins. 1982.
6. LEPISSIER (H.E.) - Campagne panafricaine contre la peste bovine. Organisation et exécution logistique. 1983.
7. LEFEVRE (P.C.) - La variole ovine (clavelée) et la variole caprine. 1983.
8. BARRAL (H.), BENEFICE (E.), BOUDET (G.) et collab.- Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. Synthèse de fin d'études d'une équipe de recherches pluridisciplinaire. (ACC - GRIZA - LAT). 1983.
9. LANDAIS (E.) - Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du nord de la Côte d'Ivoire. 1983.
10. PUGLIESE (P.L.) - Les graines de légumineuses d'origine tropicale en alimentation animale. 1983.
11. SALIKI (J.T.), THIRY (E.), PASTORET (P.P.) - La peste porcine africaine. 1985.
12. HOSTE (C.), PEYRE DE FABREGUES (B.), RICHARD (D.) Le dromadaire et son élevage. 1984.
13. TACHER (G.) - Pathologie animale tropicale et économie. 1985.
14. RIPPSTEIN (G.) - Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Evolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème pâturé au Cameroun. 1985.

ETUDE SUR LA VEGETATION
DE L'ADAMAOUA

EVOLUTION, CONSERVATION, REGENERATION ET AMELIORATION
D'UN ECOSYSTEME PATURE AU CAMEROUN

par

G. RIPPSTEIN

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INSTITUT
DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
B.P 1457

YAOUNDE
(République Unie du Cameroun)

INSTITUT D'ELEVAGE
ET DE MEDECINE VETERINAIRE
DES PAYS TROPICAUX

DEPARTEMENT DU CIRAD
10, rue Pierre Curie
94704 - MAISONS-ALFORT Cedex

© I.E.M.V.T. 1986

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés,
de diffusion et de cession réservés pour tous pays.

ISBN 2-85985-115-1

ISSN 0297-4444

Sommaire

	Page
Avant propos et remerciements	1
Abréviations	3
I. INTRODUCTION	5
II. DISPOSITIFS, MATERIELS ET METHODES	8
2.1. <u>Dispositifs et matériels à Wakwa</u>	8
2.1.1. Les parcelles des formations naturelles	8
2.1.2. Les parcelles de cultures fourragères	13
2.1.3. Les animaux	14
2.2. <u>Méthodes</u>	15
2.2.1. Analyses de la végétation	
2.2.1.1. Détermination des espèces	15
2.2.1.2. Evolution de la strate herbacée et de la strate ligneuse	15
2.2.2. Production et valeur des pâturages	22
2.2.2.1. Biomasse, production et productivité des pâturages et des espèces	22
2.2.2.2. Analyses bromatologiques et valeur nutritive	23
2.2.2.3. Indice de valeur pastorale des espèces et valeur pastorale des pâturages	26
2.2.3. Appréciation de la valeur des espèces cultivées	30
2.2.4. Productions secondaires	34
2.2.5. Analyses statistiques	34
2.2.5.1. Comparaison des relevés : analyses en composantes principales et groupements	34
2.2.5.2. Analyses de variance et de moyennes	35
III. DESCRIPTION DU MILIEU	36
3.1. <u>La situation géographique de l'Adamaoua</u>	36
3.2. <u>Le climat</u>	36
3.2.1. Les conditions générales	36
3.2.2. L'analyse fréquentielle des pluies et des périodes	40

de végétation	40
3.2.3. Classification	45
3.2.4. Conséquences pour l'élevage	47
3.3. <u>La géologie et la géomorphologie</u>	48
3.3.1. La géologie	48
3.3.2. Le géomorphologie et la tectonique	50
3.4. <u>Les sols</u>	51
3.4.1. Classification	51
3.4.2. Les sols ferrugineux	53
3.4.2.1. Localisation, topographie, végétation	53
3.4.2.2. Morphologie	54
3.4.2.3. Caractéristiques physiques et chimiques	55
3.4.2.4. Aptitudes pour la culture et l'élevage	55
3.4.3. Les sols ferrallitiques	56
3.4.3.1. Localisation, végétation	56
3.4.3.2. Morphologie	57
3.4.3.3. Caractéristiques physiques et chimiques	57
3.4.3.4. Aptitude pour l'agriculture et l'élevage	57
3.4.4. Les sols minéraux bruts (cuirasses)	58
3.4.5. Les sols hydromorphes	59
3.4.6. Les sols de pentes	60
3.5. <u>Les sols de la station fourragère de Wakwa</u>	61
3.5.1. Les sols granitiques	61
3.5.1.1. Caractéristiques	61
3.5.1.2. Aptitude agricole et pastorale	62
3.5.2. Les sols basaltiques	62
3.5.2.1. Caractéristiques	62
3.5.2.2. Les sols basaltiques rouges	64
3.5.2.3. Les sols basaltiques foncés	64
3.5.3. Les cuirasses	65
3.5.4. Les sols hydromorphes	65
3.6. <u>Le peuplement</u>	66
3.7. <u>L'élevage</u>	68
3.7.1. Les effectifs du bétail	68
3.7.2. Le système pastoral traditionnel	68

III

3.7.3. Les perturbations dues à la mouche Tsé-Tsé	69
3.7.4. La répartition du bétail	71
3.7.5. La modernisation de l'élevage	73
3.8. <u>La végétation</u>	74
3.8.1. Les types physionomiques du Plateau	74
3.8.2. Les formations végétales	75
3.8.2.1. Les formations importantes pour l'élevage	76
3.8.2.2. Les formations secondaires pour l'élevage	81
3.8.3. La strate herbacée (les pâturages)	85
3.8.3.1. Les zones de pâturage permanent intensif	85
3.8.3.2. Les zones de pâturage modéré permanent	86
3.8.3.3. Les zones de pâturage de saison sèche	86
3.8.3.4. Les zones encore vierges	86
3.8.3.5. Les formations herbacées de l'extrême-Est	87
3.8.4. La végétation de Wakwa et de ses environs	89
3.8.4.1. Les principaux groupements et espèces caractéristiques de Wakwa	89
3.8.4.2. Quelques groupements des environs de Wakwa	97
3.8.5. Contributions spécifiques des espèces des principaux groupements	99
3.8.6. Biomasse épigée, production et valeur nutritive et pastorale des formations de l'Adamaoua (production primaire)	102
3.8.6.1. Biomasse épigée	103
3.8.6.2. Production et productivité des formations pastorales	107
3.8.6.3. Valeur alimentaire des formations	110
3.8.6.4. Valeur pastorale des formations	117
3.8.6.5. Capacité de charges potentielles	118
3.8.7. Production secondaire	118
3.8.7.1. En saison des pluies	120
3.8.7.2. En saison sèche	124
IV. EVOLUTION DE LA VEGETATION	128
4.1. <u>Importance des ligneux, évolution et influences sur le tapis herbacé</u>	128
4.1.1. Evolution du couvert ligneux	129

IV

4.1.2. Evolution du couvert herbacé	133
4.1.3. Evolution de la production et de la valeur pastorale des formations	139
4.2. <u>Influences du système d'exploitation</u>	144
4.3. <u>Influence des charges</u>	153
4.3.1. Formation sur sols basaltiques	153
4.3.2. Formation sur sols granitiques	160
4.4. <u>Influence des feux</u>	167
4.4.1. Généralités	167
4.4.1.1. Importance des feux	167
4.4.1.2. Origine des feux	168
4.4.1.3. Les caractères des feux	168
4.4.2. Actions sur la végétation	172
4.4.2.1. Les repousses après feux	172
4.4.2.2. Evolution du tapis herbacé et de la valeur pasto- rale	180
4.4.3. Actions sur le sol	199
4.4.4. Actions sur la faune	201
4.5. <u>Influences de l'exploitation différée (repos)</u>	202
4.5.1. Différé de longue durée sur sols basaltiques	202
4.5.2. Différé de longue durée sur sols granitiques	206
4.5.3. Différé de courte durée sur sols basaltiques et grani- tiques	206
4.6. <u>Influences de l'intensification</u>	212
4.6.1. Productivité maximum et optimum	213
4.6.2. Suppression de la transhumance	218
4.6.3. Foins et regains en exploitation libre	228
4.7. <u>Influences du surpâturage</u>	233
4.8. <u>Influences de l'espèce animale : les ovins</u>	239
4.9. <u>Résumés des évolutions et discussion</u>	242

V. CONSERVATION, REGENERATION ET AMELIORATION DES FORMATIONS NATURELLES	253
5.1. <u>Conservation de l'écosystème pâturé</u>	254
5.1.1. Conditions d'élevage traditionnel et élevage intensif amélioré	254
5.1.2. Conditions d'élevage semi-intensif	257
5.2. <u>Elimination des arbres et arbustes</u>	259
5.2.1. Régénération par les feux	259
5.2.2. Eliminations mécaniques	263
5.2.3. Eliminations chimiques	264
5.3. <u>Elimination des rejets</u>	267
5.4. <u>Zones très dégradées et érodées</u>	271
5.5. <u>Zones surpâturées</u>	276
5.6. <u>Sursemis et semis en bande</u>	276
5.7. <u>Fumure</u>	281
5.8. <u>Cultures fourragères - élevage intensif</u>	285
5.8.1. Stylosanthes guianensis	287
5.8.2. Brachiaria ruziziensis	296
5.8.3. Brachiaria brizantha	303
5.8.4. Autres espèces fourragères	308
VI. DISCUSSION GENERALE, CONCLUSIONS	310
VII. RESUMES	323
VIII. BIBLIOGRAPHIE	332
IX. ANNEXES	346
X. PHOTOS	367

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce travail qui a fait l'objet d'une thèse ès sciences techniques à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (E.P.F.Z.) en Suisse a été réalisé en République du Cameroun dans le cadre de l'Institut de Recherches Zootechniques (I.R.Z.), à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich et à l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux (I.E.M.V.T.) en France.

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Dr. J. Nösberger de l'Institut de Production Végétale de l'EPFZ qui a bien voulu accepter de diriger ce travail, me conseiller et m'aider.

Mes plus vifs remerciements vont également à Monsieur le Professeur Dr. F. Klötzli de l'Institut de Géobotanique de l'EPFZ qui a suivi mon travail sur le terrain et à Zurich et qui n'a pas ménagé son temps pour moi.

Je suis reconnaissant à Monsieur le Professeur Dr. H. Bickel de l'Institut de Production Animale de l'EPFZ pour avoir bien voulu lire le manuscrit, le commenter et pour les suggestions qu'il m'a apportées.

Je remercie aussi les collaborateurs des Instituts de Production Végétale et de Géobotanique de l'EPFZ, en particulier Messieurs Dr. B. Krüsi, H.R. Binz et M. Bicksel qui m'ont aidé pour mes analyses sur ordinateur sans oublier Monsieur A. Gigon, P.D., pour les conseils et les encouragements qu'il m'a toujours apportés.

Un remerciement spécial va à Monsieur le Dr. O. Wildi de l'Institut de Recherches Forestières à Birmensdorf pour les conseils et le temps passé dans l'approche des analyses et l'utilisation de ses programmes d'ordinateur.

Ma gratitude va aussi à la Direction et au personnel de l'IEMVT qui m'ont permis de réaliser ce travail ainsi qu'aux chercheurs de cet Institut et en particulier à Monsieur G. Boudet, Chef du Service d'Agropastoralisme, à Monsieur le Dr. R. Richard, Chef du Service de Nutrition, à Monsieur le Dr. J.P. Lebrun, taxinomiste et à Monsieur G. Lamarque et à ses collaborateurs du Service de Cartographie.

Ma reconnaissance va également à Messieurs J. Boutrais, géographe à l'ORSTOM, R. Letouzey du Museum d'Histoire Naturelle à Paris, J.B. Suchel, géographe à l'Université de St-Etienne, P. Franquin, agroclimatologue à l'ORSTOM, J. Hurault de l'Institut Géographique National à Paris pour les documents souvent inédits qu'ils m'ont permis de consulter et pour leurs communications personnelles.

Je remercie aussi tout particulièrement les Autorités Camerounaises qui m'ont autorisé à utiliser leurs champs et leurs matériels d'expérimentation et les résultats enregistrés, sans oublier les collaborateurs et tout le personnel de l'IRZ sans lesquels cette étude n'aurait pas pu avoir lieu.

Mes remerciements vont aussi à Madame Ch. Simonnin pour le long travail de dactylographie.

Mon affection et ma gratitude vont enfin à feu mon père, à ma mère, à mon frère et à mes soeurs et tout particulièrement à mon épouse qui m'ont constamment soutenu.

Abréviations :

BO	Bon (Valeur pastorale)
C	Charge correcte
C.B.	Cellulose brute
C.S.	Contribution spécifique
C.S.C.	Contribution spécifique centésimale
D	Déboisé
DMO	Digestibilité de la matière organique
DS	Déboisé sélectivement
F (Parc)	Parc sur sol basaltique foncé
FCS	Feu de contre-saison
FD	Feu différé
FP	Feu précoce
F.S.	Fréquence spécifique
F.S.C.	Fréquence spécifique centésimale
FT	Feu tardif
G (Parc)	Parc sur sol granitique
G. Mod.	Grand modèle
G.M.	Gains moyens pondéraux (en Kg/tête)
G.M.Q.	Gains moyens quotidiens (en g/tête/jour)
L	Charge légère
MAD	Matière azotée digestible
MAT	Matière azotée totale
ME	Médiocre (Valeur pastorale)
me/100	Milliéquivalent pour 100 g de sol
MO	Matière organique
MO	Moyen (Valeur pastorale)
MOD	Matière organique digestible
MS	Matière sèche
MV	Matière verte
≠ HS	Différence hautement significative (P = 0,01)
≠ NS	Différence non significative
≠ S	Différence significative (P = 0,05)
P	Probabilité à 5 % (P = 0,05) et à 1 % (P = 0,01)
PAI	Protéines assimilables par l'intestin
PDI	Protéines vraies réellement digestibles dans l'intestin

P. Mod.	Petit modèle
P.V.	Poids vif (Ex.: Kg P.V./hectare, Kg P.V./tête)
ND	Non déboisé
n	Nombre (effectif)
N	Effectif cumulé
R (Parc)	Parc sur sol basaltique rouge
RL	Avec rotation lente
RT	Avec rotation rapide
s	Ecart-type
S	Surcharge
S.B.	Surface de base
S.C.	Sol gravillonnaire
SF ou OF	Sans feu (zéro feu)
SP	Saison des pluies
S.P.	Sol profond
SR	Sans rotation
SS	Saison sèche
SZ	Station zootechnique (Parcs de ...)
T (Parc)	Parc de prairie temporaire
TB	Très bon (Valeur pastorale)
UF	Unité fourragère (1 UF = 0,70 Unité amidon)
V (Parc)	Parc de vulgarisation
V.P.	Valeur pastorale pour les formations
V.P.I.	Indice de valeur pastorale individuelle pour les espèces
1 an/1 ou 1/1	Charge 1 an sur 1, soit chaque année
1 an/2 ou 1/2	Charge 1 an sur 2, soit tous les deux ans

1. INTRODUCTION

Il existe, dans les pays tropicaux, des zones privilégiées pour l'élevage grâce aux hommes, au climat, aux pâturages ou aux animaux.

Le Plateau de l'Adamaoua, en Afrique Centrale, semble rassembler exceptionnellement tous ces paramètres : population formée en partie d'éleveurs Peuls, climat humide avec des températures tempérées par l'altitude, pâturages abondants et verdoyants une grande partie de l'année, zébus exceptionnels et pathologie contrôlée.

Depuis des décennies, ce Plateau, qui se déploie en grande partie en République Unie de Cameroun (figure 1), mais qui déborde à l'Est en République Centrafricaine et à l'Ouest sur le Nigéria, a toujours été le principal pourvoyeur en viande des zones côtières moins favorisées du Cameroun, du Gabon, de la République Centrafricaine et d'une partie du Nigéria. Il sera bientôt un grand producteur de lait.

Pour ces raisons, une attention toute particulière a été apportée à l'étude de l'élevage dans cette région et spécialement à l'une de ses principales composantes, les pâturages, qui ont été étudiés au Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa, près de Ngaoundéré, sur sa "Station fourragère". (Figure 2 et Photos 2 et 3).

Cette dernière, créée en 1954, avait pour but d'"étudier les problèmes que posent les pâturages sur le Plateau de l'Adamaoua, de définir les solutions qu'il convient d'apporter à ces problèmes et de produire le matériel végétal que nécessite la mise en pratique des solutions proposées". (Monnier, 1959)

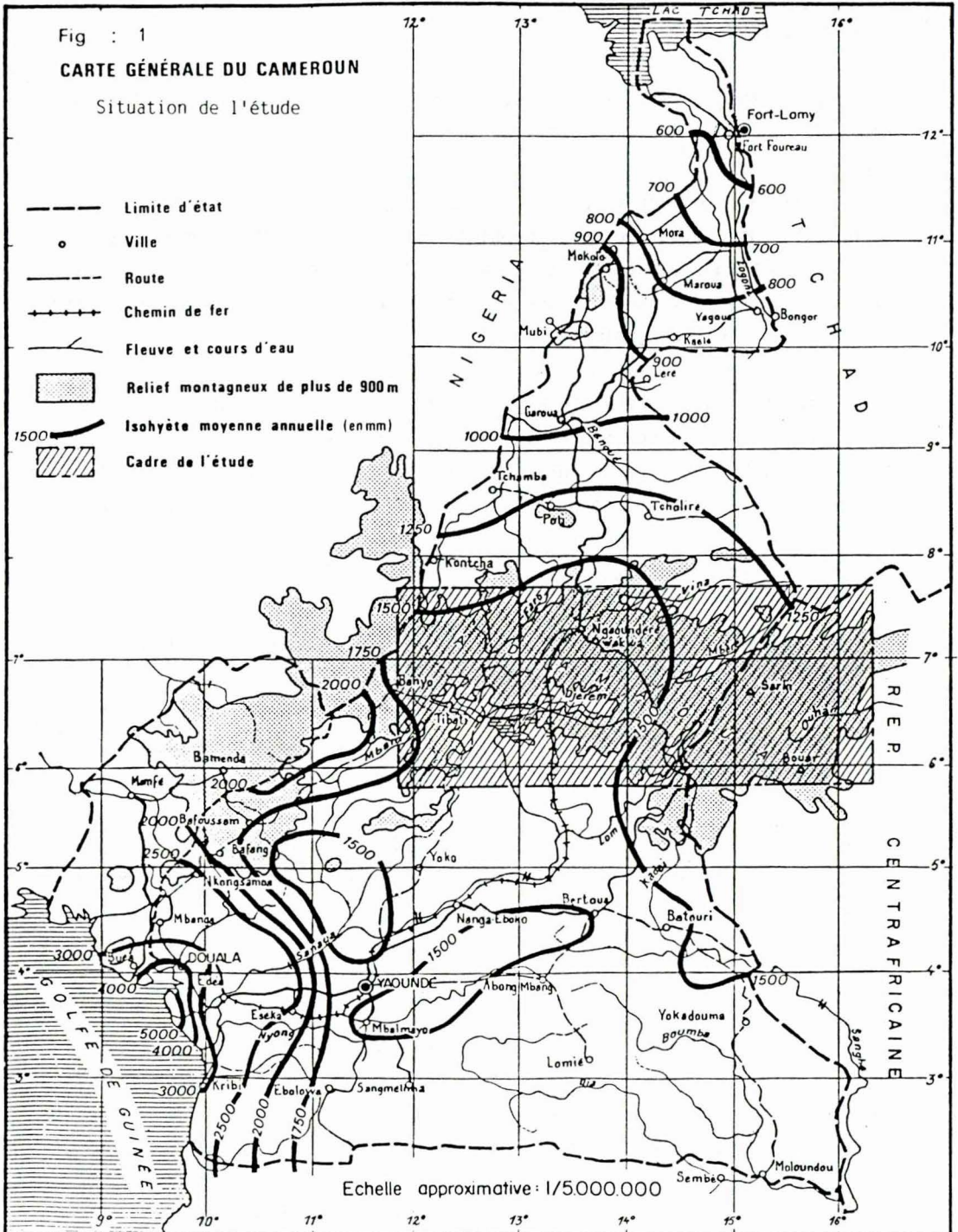
Pour atteindre cet objectif, un vaste programme de recherches sur les pâturages naturels et les fourrages a été entrepris dès 1956 sur cette station, choisie en fonction de la bonne représentativité des pâturages de l'Adamaoua qu'elle comprend et de son environnement, en particulier de la proximité de la Station Zootechnique où une pré vulgarisation est possible et avec laquelle d'utiles échanges d'idées et de matériels sont nécessaires.

Ce programme a servi de base à de nombreuses opérations de recherches déjà

Fig : 1

CARTE GÉNÉRALE DU CAMEROUN

Situation de l'étude



réalisées (cf. bibliographie) ou en cours de réalisation ou de publication.

Cependant, la principale opération et les principaux dispositifs mis en place dès la création de la station ont été ceux qui visaient à une connaissance globale des terrains de parcours : connaissance de la flore, de la valeur des pâturages, de leur productivité, des chargements possibles, des facteurs d'évolution et des possibilités d'amélioration.

La presque totalité des 556 hectares de la station ont été utilisés pour y étudier ces sujets et en particulier les facteurs qui interviennent dans l'évolution des écosystèmes pâturés : les feux, les chargements, les ligneux, les mises en défens, les rotations.

Ainsi, depuis bientôt 30 années, des contrôles réguliers de la végétation ont été effectués dans tous les parcs de la station, mais, jusqu'à présent, seules des conclusions ont été obtenues pour les ligneux (Piot, 1969 a, 1970; Rippstein et Boudet, 1977).

Les études se poursuivent encore aujourd'hui, mais un dépouillement et une synthèse des observations et nouveaux résultats obtenus pour la strate herbacée nous semblait nécessaire et utile après celles déjà réalisées jusqu'ici.

L'accélération de la dégradation d'anciennes zones de pâture, la réalisation d'un secteur moderne d'élevage dans les ranches privés et de l'Etat (grâce à la modification du régime foncier), les perspectives de recolonisation de vastes zones abandonnées par les éleveurs à la suite de l'invasion de la mouche Tsé-Tsé, nous ont conduit à faire une synthèse de nos observations, de nos travaux et de ceux de nos prédécesseurs. Celle-ci devrait aider les responsables de l'Elevage à prendre les mesures qu'entraînent de tels problèmes, mesures devant être fondées sur des résultats sûrs.

11. DISPOSITIFS, MATERIELS ET METHODES

2.1. Dispositifs et matériels à Wakwa

2.1.1. Les parcelles des formations naturelles

Le protocole d'exploitation des parcelles expérimentales de Wakwa comprend trois périodes distinctes (tableau 1 et annexes A1 à A3).

Dès 1958 et jusqu'en 1964, un premier dispositif (Annexe A1 et fig. 2) a été mis en place par Monnier (1959).

Il comprend les trois types de sols caractéristiques de l'Adamaoua et chaque parcelle (parc) circonscrite a subi un traitement particulier.

Quatre points sont à souligner dans cette première phase :

- absence de rotation,
- application des feux chaque année, même sur une végétation ayant été pâturée en saison des pluies,
- déboisement total ou sélectif de certaines parcelles,
- connaissance très fragmentaire des traitements subis par la végétation avant 1957.

Ce protocole correspond, dans ses grandes lignes, aux types d'exploitation qui sont réalisées par les éleveurs traditionnels sur les parcours naturels, avec quelques exemples d'amélioration (contrôle du chargement, repos périodique).

En 1964, le protocole est profondément modifié par J. Piot et scrupuleusement respecté jusqu'en 1974 (cf. annexe A2).

La pâture en rotation est réalisée sur presque tous les parcs avec une rotation de 25 à 30 jours et un temps de séjour de 3 à 9 jours selon la tail-

Fig: 2

Station fourragère de WAKWA

Carte pédologique
(556 ha)

Surfaces planimétrées

Mai 1966 - J. Piot

0 100 500m

Nm Ng

7°
16'

LEGENDE

-  Zones d'inondation
-  Galeries forestières
-  Sols sur basaltes récents (fancés)
-  Sols sur basaltes anciens (rouges)
-  Sols sur granite
-  Arènes granitiques
-  Latérite de transition
-  Surface planimétrée

le des parcs, par constitution de "séries" ou "blocs".

Les feux précoces sont allumés en décembre alors que les feux de pleine saison sèche (feux tardifs) sont réalisés en février.

Les feux différés sont allumés lorsque la saison des pluies s'est installée (après 50 mm de pluies).

Ici, les points à souligner sont les suivants :

- pratique généralisée de la rotation,
- mise en repos (quelquefois pendant plusieurs années) de certains parcs en saison des pluies et application du feu après ce repos,
- suppression des surcharges,
- absence de charge en saison sèche lorsque celle-ci a été correcte en saison des pluies (400 à 500 Kg de poids vif/ha) et que le repos entre deux saisons de charge a été court,
- charge en saison sèche appliquée que dans le cas d'un long repos de la végétation des parcs chargés normalement en saison des pluies ou lorsque la charge a été légère en saison des pluies,
- absence de traitement mécanique ou chimique des ligneux.

Ce programme était donc caractérisé par l'utilisation de la rotation, d'un repos annuel ou pluriannuel de la végétation et de charges modérées ou "correctes" ou qui paraissent à première vue optimales.

Dès le début de la saison des pluies 1975, un nouveau programme d'exploitation de la plupart des parcs de la Station fourragère a été mis en place (Annexe A 3) sur la base des résultats déjà obtenus par Monnier et Piot (cf. bibliographie).

Ce nouveau protocole répondait aux conditions suivantes :

- respect des séries (une série de parcs en rotation est constituée sur chaque type de sol) et constitution d'une série mixte composée par un échantillon de chaque type de formation,

- observation de repos périodiques mais plus courts que ceux appliqués généralement dans le protocole précédent : repos 1 an sur 2 ou 1 an sur 3 afin d'augmenter la productivité des parcs par unité de surface,
- maintien de la rotation, mais diminution du temps de repos entre deux passages en début de saison des pluies lors de la "flambée" de végétation et rallongement du temps de repos entre deux passages sur sols granitiques. Il aurait été préférable d'augmenter ou de réduire temporairement le chargement des parcs ou de supprimer temporairement un parc en début de saison et de récolter mécaniquement le fourrage ainsi produit dans ce dernier pour des réserves de fourrage, mais ces pratiques ne sont encore guère vulgarisables,
- maintien d'une charge moyenne globale de 250 Kg de poids vif/ha/an. Ce chargement de 250 Kg/ha/an est donc la moyenne pour toute une série de parcs en rotation, parcs en repos compris.

Il sera atteint grâce :

- . aux types d'exploitation cités plus haut,
- . à un chargement élevé mais correct en saison des pluies (400-500 Kg/ha),
- . à un chargement moyen en saison sèche (200 à 300 Kg/ha),
- . à un apport en saison sèche de réserves de fourrages réalisées à partir de la production des parcs déboisés en repos (foins, regains, ensilage) ou/et grâce à des concentrés (tourteaux de coton ou d'arachide, farine de riz, farine de maïs, drèches de brasseries, etc.),
- . un feu précoce ou tardif dans les parcs qui n'auront pas été chargés au cours de la saison des pluies là où le passage d'engins de fauche ou le gyrobroyage n'est pas possible (parc non déboisés ou relief trop chaotique).

Ces conditions devaient permettre une exploitation optimale de la production fourragère de saison des pluies, l'entretien sans perte de poids des animaux en saison sèche tout en conservant, à long terme, l'équilibre de la végétation : maintien d'une bonne couverture herbacée et des meilleures espèces, maintien dans les parcs non déboisés d'un couvert arbustif non envahissant et gênant pour la circulation des animaux et le développement des bonnes espèces herbacées.

D'autre part, les séries A et V étaient maintenues. Trois parcelles (M1 à M3) d'une formation naturelle ont été exploitées en pâture continue par des moutons.

Des contrôles de la végétation ont également été effectués dans les parcs de la Station Zootechnique (située à proximité de la Station fourragère), Ils sont exploités en pâture continue. A 80 Km à l'Est de la Station, dans une zone très dégradée, près du village de Djilougou, des mises en défens et des essais de régénération ont été entrepris dès 1975.

2.1.2. Les parcelles de cultures fourragères

Les espèces fourragères introduites sont observées sur sols basaltiques et sur sols granitiques (en bas de pente).

Chaque espèce, variété ou cultivar est implanté dans un bloc de 13 m x 9,0 m comprenant 3 sous-blocs (A,B,C,) comprenant chacun 2 répétitions de 3 x 3 m.

Dans chaque sous-bloc, les observations et mesures suivantes sont effectuées :

A : - mesure de la biomasse en fin de saison des pluies,
- mesure de la production grainière,
- observation de la phénologie de saison des pluies.

B : - mesure de la biomasse en fin de saison sèche,
- observation de la phénologie tout au long de l'année.

C : - mesure de la production et de la productibilité par coupes régulières (graminées tous les 30 jours, légumineuses tous les 60 jours) à 10 - 30 cm du sol.

Les premières années d'observations et de mesures se font sans apport d'engrais.

Un deuxième bloc est mis en place lorsque la plante semble adaptée à l'Adamaoua et un apport d'engrais est effectué.

Après cette première phase d'observation, les espèces les plus intéressantes sont soumises à l'appréciation des animaux au pâturage ou à l'auge. Des essais de fumure ont également été réalisés dans un dispositif en "blocs randomisés" (type bloc de Fisher) comprenant 6 répétitions (Vessereau, 1960, 1964; Lecompt, 1965; Quidet, 1962).

2.1.3. Les animaux

Les animaux utilisés sont des zébus (*Bos indicus*) mâles ou femelles de race Goudalis de Ngaoundéré et de race Wakwa (croisement Goudalis x Zébu Brahman américain) (Lhoste, 1969), mis à disposition par la Station Zootechnique de Wakwa.

Tous les parcs sont exploités par des bovins, sauf trois petites parcelles (M1 à M3) chargées par un petit troupeau de moutons locaux de la race Djalonké (Vallerand, 1976).

2.2. Méthodes

2.2.1. Analyses de la végétation

2.2.1.1. Détermination des espèces

Les herbes ont été déterminées sur place au stade stérile ou végétatif par des prospecteurs ayant à leur disposition un herbarium et un herbier contrôlé par les spécialistes du Museum d'Histoire naturelle à Paris et selon la nomenclature de Hutchinson et Dalziel (1954, 1958, 1963, 1968, 1972).

2.2.1.2. Evolution de la strate herbacée et de la strate ligneuse

La strate herbacée

Le contrôle de la végétation herbacée dans les parcs de la Station a été effectué selon deux méthodes : de 1957 à 1975, par la méthode des lignes d'interception et, de 1975 à 1982, par la méthode des points quadrats alignés.

a) Les lignes d'interception (la méthode Monnier)

La méthode de Monnier dérive de celle décrite par Brown (1954). Elle consiste à obtenir la surface basale de chaque espèce (au niveau du sol) par rapport à la surface totale. On assimile à une surface la longueur interceptée sur une ligne (tendue au ras du sol) par chaque espèce par rapport à la longueur de la ligne. Ce contrôle a été effectué sur 20 lignes de 5 mètres réparties au hasard en évitant cependant la trop grande proximité des troncs des ligneux. On obtient ainsi directement le pourcentage du couvert de base de chaque espèce et le pourcentage de sol nu au niveau du sol par l'addition des mesures de chaque espèce pour les 20 lignes et la transformation de cette somme en mètre. (Les mesures individuelles étant faites en cm.)

Ce nombre de 20 lignes a été fixé après des essais et les calculs

d'écart type (erreur standard) sur plusieurs parcs (selon la formule

$$E = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \text{ et le coefficient de variation C.V.} = \frac{E}{\text{Moyenne}} \times 100).$$

Les coefficients de variation ont été de 16,68 p.cent sur 10 lignes, 11,9 p.cent pour 20 lignes et 8,34 p.cent pour 40 lignes de 5 mètres.

Un écart de 12 p.cent étant considéré comme acceptable, 20 lignes ont été adoptées.

b) Les points quadrats alignés

La méthode des "points quadrats alignés" a été décrite, entre autre, par Daget et Poissonnet (1971). Elle a été adaptée par Poissonnet et César (1972) pour la Côte d'Ivoire, mais par Boudet (1975) et nous-mêmes pour nos mesures.

Ces mesures ont été effectuées le long d'un double décamètre tendu au-dessus du toit du tapis herbacé avec un fer à béton de petite dimension (diamètre 6 mm). A chaque point de lecture, tous les 20 cm le long de la tige, tous les contacts avec feuilles ou chaumes ont été pris en compte en ne notant qu'une fois une même espèce par point de lecture, ceci par convention, afin de donner une meilleure image de la proportion des espèces en projection au sol.

On appelle "fréquence spécifique", FS, d'une espèce, le nombre de points où cette espèce a été rencontrée; c'est donc une valeur absolue. Lorsque dans l'inventaire d'une station, l'effectif total de l'échantillon est de 100 points, la valeur de FS peut être considérée comme un pourcentage et FS comme une fréquence relative (elle est appelée "fréquence centésimale"). Mais dans un essai où de nombreux points sont observés, la valeur de la fréquence centésimale n'est plus égale à FS, mais au rapport de FS sur le nombre de points (Daget et Poissonnet, 1971).

La "contribution spécifique", CS, est définie comme le rapport de la fréquence spécifique FS à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés :

$$CS_i = \frac{FS_i}{FS_1 + FS_2 + FS_i + FS_n} \times 100$$

où CS_i et FS_i sont les contributions et fréquences de l'espèce i et n le nombre d'espèces. CS_i est la fréquence relative de l'espèce i dans l'ensemble des fréquences spécifiques observées (Daget et Poissonnet, 1971, Boudet, 1975).

Lorsque plusieurs lignes sont nécessaires pour estimer avec suffisamment de précision la composition de la formation, l'intervalle de confiance IC est obtenu par :

$$IC = \pm 2 \sqrt{\frac{FS_i \times (\sum_{i=1}^n FS_i - FS_i)}{(\sum_{i=1}^n FS_i)^3}}$$

où en pourcentage : $IC \times 100$

L'effet du hasard a été considéré comme supportable avec un intervalle de confiance de 5 p.cent atteint dans nos conditions avec 400 points (4 lignes de 100 points).

Nous avons tenté d'établir des lignes permanentes dans nos plateaux, mais la présence d'animaux qui dérangent les piquets n'a pas permis des observations pendant plus d'une année.

Les lignes étaient donc choisies au hasard (toujours en évitant, si possible, de passer sous la couronne des arbres) dans un plateau d'un hectare représentatif du parc. Dans la toposéquence de chaque parc nous avons distingué le "haut du parc" (comprenant le milieu également) et le "bas du parc", c'est-à-dire la zone assez proche de la nappe phréatique ou du cours d'eau de telle façon que les espèces soient en contact permanent avec ces zones humides.

Tab. 2 Espèces herbacées relevées à Wakwa et
abréviations utilisées

Andropogon gayanus	Aga
Brachiaria brizantha	Bra
Hyparrhenia rufa	Hru
Hyparrhenia diplandra	Hdi
Beckeropsis uniseta *	Bec
Panicum phragmitoides	Pap
Panicum frederici	Pre
Hyparrhenia bracteata	Hbr
Schizachyrium brevifolium	Sch
Setaria sphacelata	Set
Hyparrhenia welwitschii	Hwi
Hyparrhenia filipendula	Hfi
Paspalum spp	Pas
Urelytrum thyrsioides *	Ure
Microchloa indica	Mic
Andropogon schirensis	Asi
Légumineuses diverses	Ldi
Pennisetum hordeoides	Pho
Pennisetum polystachyon	Ply
"Graminées diverses"	Gdi
Sporobolus pyramidalis	Spy
Loudetia kagerensis	Lka
Loudetia simplex	Lsi
Ctenium newtonii	Cte
Imperata cylindrica	Imp
"Plantes diverses"	Pdi

* Nota : lire ici et par la suite dans le texte, à la place de :
Beckeropsis uniseta : Pennisetum unisetum (Syn.: Beckeropsis
uniseta) et de Urelytrum thyrsioides : Urelytrum giganteum
(Syn.: Urelytrum thyrsioides).

Toutes les espèces ont été relevées, mais seules les espèces les plus fréquentes, soit 23 au total, ont été retenues et nommées (cf. liste tab.2). Les espèces peu fréquentes ont été regroupées dans trois classes :

les "graminées diverses", "légumineuses diverses" et "plantes diverses".

Ainsi, chaque relevé comprend au maximum 23 espèces + 3 classes "diverses".

Les observations ont été faites en saison sèche sur une végétation rabattue par les animaux en saison des pluies ou après un girobroyage ou une fauche. En effet, les mesures sur la végétation non rabattue sont difficiles avec ces méthodes parmi des espèces mesurant parfois 3 mètres de hauteur.

Vu que deux méthodes d'analyse de la végétation ont été utilisées au cours des vingt-cinq années d'observation, nous avons comparé ces deux méthodes sur un même plateau et sur les mêmes lignes (tab. 3). La méthode des points quadrats a été utilisée sur le plateau avant et après fauche des refus du tapis herbacé alors que celles des lignes n'a été employée que pour la végétation non fauchée.

La figure 3 , où l'on a représenté l'analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés de la végétation de cette parcelle et les coefficients de corrélation (bas du tab. 3) des trois relevés (méthode statistique utilisée pour la comparaison de tous les relevés et décrite un peu plus loin, § 2.2.5.1), montrent que ces deux méthodes sont comparables et utilisables l'une pour l'autre par les contributions spécifiques (p.cent).

La méthode des points quadrats favorise cependant les espèces produisant des refus (Pap, Hdi, Pdi, Gdi) et défavorise les espèces annuelles (peu fréquentes) ou très appréciées (Hfi, Hbr, Set). Ceci tendrait à montrer qu'il faudrait faucher la végétation avant analyse avec le risque cependant de la perturber si le travail est mal fait ou à modifier son évolution à moyen terme si la fauche est répétée fréquemment sur le même plateau.

Tab. 3 Comparaison des méthodes d'analyse du tapis herbacé
(Parc F3)

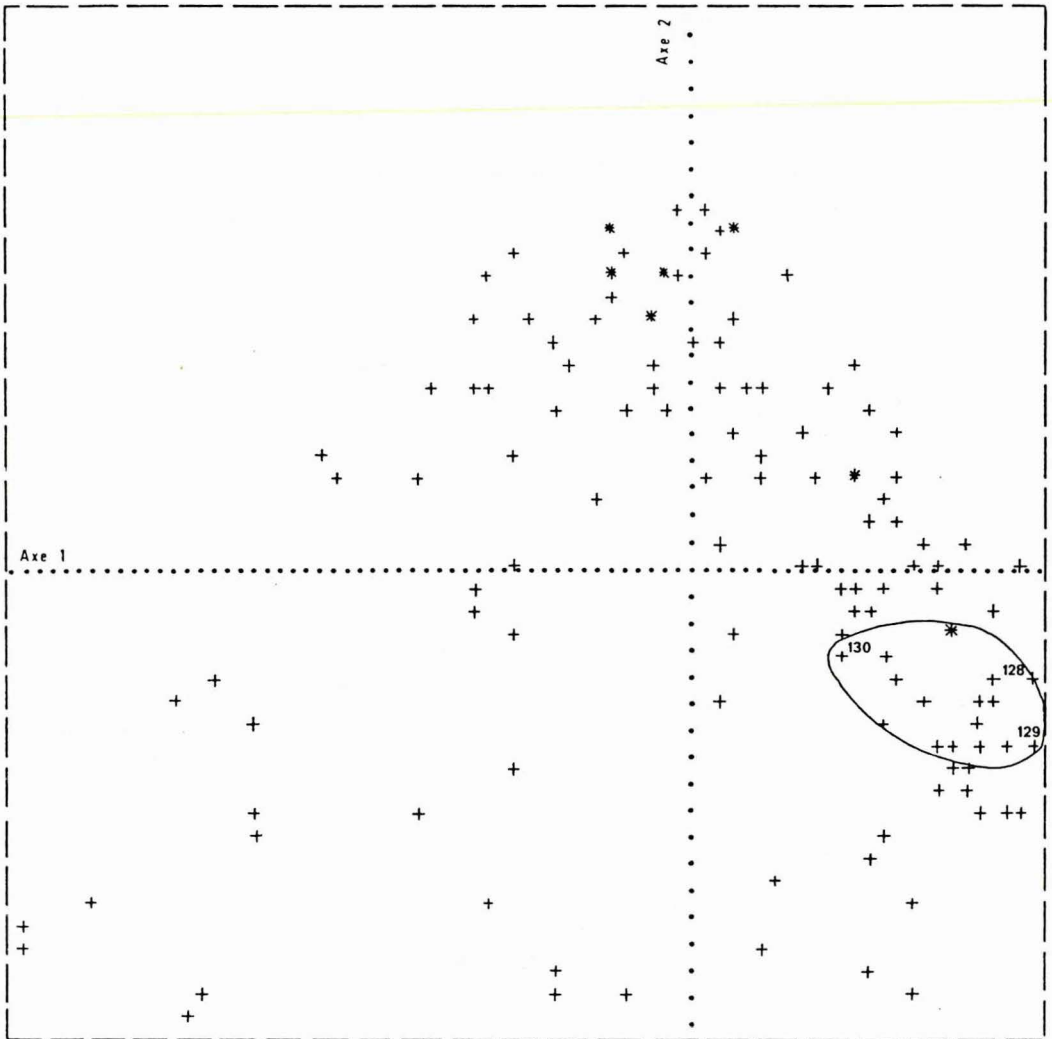
<u>Méthode</u>	Pts quadrats		Lignes (surface)		Pts quadrats	
<u>Traitement</u>	Fauche		Refus		Refus	
<u>No relevé</u>	128		129		130	
	Pts	P.cent	Pts	P.cent	Pts	P.cent
<u>Espèces</u>						
Aga	10	5,1	22,9	5,0	18	5,5
Bra	0	0	10,0	2,3	0	0
Hru	1	0,5	6,9	1,6	22	6,7
Hdi	9	4,6	53,4	12,2	66	20,1
Bec	0	0	0	0	2	0,6
Pap	46	23,4	53,4	12,2	66	20,1
Hbr	25	12,7	63,2	14,5	30	9,1
Sch	13	6,6	10,1	2,3	18	5,5
Set	20	10,2	48,4	11,1	12	3,5
Hfi	50	25,4	127,3	29,1	52	15,8
Pas	4	2,0	10,5	2,4	22	6,7
Ure	7	3,1	29,0	6,6	8	2,7
Mic	1	0,5	4,3	0,1	2	0,6
Ldi	3	1,5	0,2	0,1	7	2,1
Pho	0	0	0	0	1	0,3
Gdi	1	0,5	8	1,8	6	1,8
Spy	5	2,5	9	2,1	6	1,8
Imp	1	0,5	1	0,2	1	0,3
Pdi	1	0,5	0,5	0,1	1	0,3
Totaux	197	100,0	437	100,0	329	100,0
	(pour 200 pts)		(sur 50 m)		(pour 200 pts)	
<u>Coefficient</u>	128	1,00	0,89		0,78	
<u>corrélation</u>	129		1,00		0,77	
	130				1,00	
	(N° des relevés)					

Fig.3

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude.

Comparaison des méthodes d'analyse de la végétation herbacée (axes 1 et 2)

Comparaison de différentes méthodes d'analyse du tapis herbacé (cf. tab.)



Légende :

128, 129, 130 : No des relevés comparés

+ : relevé simple

* : superposition de plusieurs relevés

c) Autres méthodes utilisées

Quelques relevés de la végétation, hors Station en général, pour des exemples de forte dégradation ou de description d'autres formations, ont été réalisés par la méthode des relevés phyto-sociologiques selon Braun-Blanquet (1964).

Dans la végétation herbacée très dégradée, des comptages de pieds ou de touffes de toutes les espèces présentes ont été effectués dans des placeaux de 1 m² avec 4 répétitions.

La strate ligneuse

Dans les parcs de la station de Wakwa, les espèces ligneuses ont été dénombrées en rejets (0 - 1,50 m de hauteur moyenne), arbustes (1,5 à 3,0 m) et arbres (au-dessus de 3 m) par un comptage exhaustif de toutes les espèces présentes dans le parc. Les galeries ont cependant été exclues du comptage.

2.2.2. Production et valeur des pâturages

2.2.2.1. Biomasse, production et productivité des pâturages et des espèces

L'estimation de la production de matière sèche a été réalisée par fauchage de placeaux homogènes et représentatifs du couvert herbacé du pâturage de 1 à 25 m² à 10-15 cm de hauteur. Selon les possibilités, des répétitions (entre 2 et 6) ont été réalisées.

La biomasse des parties aériennes du tapis herbacé que nous appellerons simplement "biomasse" est obtenue généralement en fin de période active

dans des placeaux laissés en défens. Elle est souvent la seule mesure matériellement possible pour estimer le potentiel de productivité d'un type de pâturage. En général, elle est supérieure, en matière sèche, à la production des repousses successives tout au long de la période active à des intervalles déterminés, mais inférieurs en qualité (production exprimée en Kg de MS/ha).

Cette production exprimée par unité de temps donne la mesure de la productivité généralement en Kilogramme par m² par jour ou en Kilogramme par hectare par jour. (Kg/m²/jour ou Kg/ha/jour).

Quelques mesures par espèce ont été obtenues après tri des échantillons.

2.2.2.2. Analyses bromatologiques et valeur nutritive

Des analyses bromatologiques ont été effectuées à l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux, à Maisons-Alfort / France, selon les méthodes officielles adoptées par les pays de la Communauté Economique Européenne (CEE) et par l'Association française de normalisation (AFNOR, 1982).

Cependant, jusqu'en 1980, l'analyse de la cellulose brute a été obtenue selon la méthode de Scharrer (1932) (= insoluble cellulosique) qui attaque la matière organique par un mélange d'acides très concentrés. Dès 1980, la méthode de Weende (AFNOR, 1982) est adoptée.

Par la méthode de Scharrer, les fourrages contenant une teneur en cellulose brute supérieure à 10 p.cent sont surévalués de 2 à 3 p.cent comparés à celle obtenue par la méthode de Weende.

Valeur fourragère

Jusqu'en 1979, les valeurs énergétiques des fourrages ont été obtenues à partir des analyses bromatologiques et des tables dites "hollandaises" établies par Dijkstra (1957) et adaptées par l'Institut National Agrono-

mique de Paris (in Boudet, 1975 et Rivière, 1977).

Les valeurs des matières azotées digestibles (MAD) adoptées découlaient aussi, jusqu'en 1975, des tables hollandaises modifiées. Dès cette date, nous avons utilisé, pour le calcul des MAD, l'équation de Demarquilly (1970), citée par Boudet (1975) :

$$\text{MAD (en g/Kg de MS)} = 9,28 \text{ MAT (p.cent de MS)} - 35,2$$

puis, dès 1978, les MAD ont été obtenues par les formules simplifiées de Demarquilly et Jarrige, cités par Rivière (1977) :

- pour les fourrages verts :

$$\text{MAD (p.cent MS)} = \text{MAT (p.cent MS)} - 4,5$$

- pour les foins et les ensilages :

$$\text{MAD (p.cent MS)} = \text{MAT (p.cent MS)} - 5,0$$

Depuis peu, les nouvelles connaissances sur la physiologie digestive et les besoins des ruminants, sur l'évolution des techniques d'alimentation et d'exploitation des animaux ont amené les chercheurs européens spécialistes de nutrition animale, à proposer de nouvelles expressions des apports et des besoins en énergie sur la base de l'énergie nette pour l'entretien (E_E), l'énergie nette pour la lactation (E_L) et l'énergie nette pour l'engraissement (E_V) (I.N.R.A., 1978; L.M.Z., 1984).

L'expression de la valeur azotée des aliments et des besoins azotés des animaux, et en particulier des ruminants, a été remplacée en Suisse, en France et aux Pays-Bas par un nouveau système où la valeur azotée est exprimée en "protéines vraies réellement digestibles dans l'intestin grêle" (PAI pour la Suisse et PDI pour la France) (I.N.R.A., 1978; L.M.Z., 1984).

Pour les fourrages des pays tempérés, les résultats sur la digestibilité sont suffisants pour l'adoption de ces nouvelles normes. Pour les conditions tropicales, les lacunes concernant la physiologie des races locales, de leurs besoins, le peu d'essais de digestibilité des fourrages, en particulier des espèces des formations naturelles, malgré les données récoltées par Goehl (1982) et les résultats obtenus en particulier par l'INRA (1978) aux Antilles, par Kozac (1983) en Tanzanie ou par Guérin et al

(1984) au Sénégal n'ont pas encore permis d'adopter ces normes. Il nous a donc semblé encore préférable, pour l'instant, d'exprimer les valeurs protéiques des fourrages en matières azotées totales (MAT) qui pourront être converties lorsque des données suffisantes auront été obtenues.

Quantité de fourrage ingéré

Nous avons adopté, pour les quantités de fourrage ingéré par les bovins, la norme de 2,0 Kg de MS/100 Kg de p.vif/jour, tout en sachant que la quantité de MS ingérée est très variable selon le type, le poids, l'âge, le niveau de production, l'individu et l'état de santé de l'animal, le fourrage et la saison (Rivière, 1977).

Dans des essais réalisés à Wakwa, Brégeat (1977/78) a mesuré, avec Brachiaria brizantha, des consommations supérieures à 3 Kg MS/j/100 Kg P. vif avec des Zébus locaux, alors qu'avec Stylosanthes guianensis, nous avons mesuré des consommations moyennes inférieures à 2 Kg.

Boudet (1975) a proposé des consommations de 2,5 Kg MS/j/100 Kg de P. vif, ce qui semble un peu excessif, surtout pour les fourrages des formations naturelles. Rivière (1977, p. 116) a proposé de moduler les quantités ingérées selon le type de production et l'âge des animaux.

Ces données nous ont permis de calculer, à partir des biomasses aériennes ou des productions disponibles du tapis herbacé, en sachant que seulement les 2/3 de la biomasse épigée des formations naturelles étaient disponibles pour les animaux au pâturage (Rippstein, 1980a), les capacités de charge des pâturages.

2.2.2.3. Indice de valeur pastorale des espèces et valeur pastorale des pâturages

Un coefficient spécifique de qualité pastorale pour les espèces principales des pâturages naturels a été déterminé.

Il a été obtenu par combinaison de trois critères essentiels pour l'appréciation de la valeur des pâturages : l'appétibilité (ou appétence) liée à la plante, la production et la valeur nutritive.

Si l'appétence d'une espèce est surtout liée, entre autres facteurs, à sa composition et sa qualité, d'autres aspects entrent en considération : goût, aspect, forme, etc.

Par nos observations, en particulier sur les mesures de refus au pâturage, nous avons donné les appréciations suivantes pour chaque espèce :

Très appétée	:	4
Appétée	:	3
Moyennement appétée	:	2
Peu appétée	:	1
Non appétée	:	0

La production a été obtenue à partir des nombreuses mesures réalisées à Wakwa par Monnier (1957 - 1963, 1959, 1964, 1966),

Piot (1964-1974, 1966b, 1969a, 1973, 1975b, 1976) et

Rippstein (1975-1983, 1977, 1980, 1982) et ailleurs par

Bille (1964, 1967, 1970),

Boudet (1975).

Nous avons classé les espèces selon les critères suivants :

- Classe 4 : espèce très productive = production annuelle exploitable:

> 4tMS/ha

- Classe 3 : espèce productive = production annuelle exploitable entre 3 et 4 t MS/ha
- Classe 2 : espèce peu productive = production annuelle exploitable entre 2 et 3 t MS/ha
- Classe 1 : espèce non productive = production annuelle exploitable entre 1 et 2 t MS/ha
- Classe 0 : espèce sans production = production annuelle exploitable < 1 t MS/ha

Enfin, sur la base d'analyses bromatologiques d'échantillons de ces espèces récoltées en Adamaoua et ailleurs par les auteurs cités ci-dessus, et par d'autres et en particulier Rivière (1977) et Göhl (1982), nous avons retenu les classes suivantes de valeur fourragère :

- Classe 4 : très bonne = assurant une production journalière de l'animal de 250 Kg de poids vif de plus de 3 litres de lait ou plus de 300 g de gain de poids vif
- Classe 3 : bonne = assurant une production journalière de l'animal de 250 Kg de poids vif de 1 à 3 litres de lait ou 100 g à 300 g de gain de poids vif
- Classe 2 : moyenne = assurant l'entretien ou une production journalière pouvant atteindre 1 litre de lait ou un gain de poids vif de 100 g
- Classe 1 : médiocre = n'assurant pas l'entretien ni une production
- Classe 0 : nulle = sans valeur ou toxique.

Le coefficient spécifique (ou indice spécifique) de la valeur pastorale a été obtenu par la moyenne arithmétique des trois critères précédents (tab. 4).

- Valeur pastorale d'un herbage

La "valeur pastorale" d'une formation herbacée est obtenue en tenant compte de la composition floristique et de la valeur pastorale des espèces (nombreux auteurs cités par Daget et Poissonnet, 1971) et s'obtient en multipliant les contributions des diverses espèces (C.S.) par les valeurs pastorales individuelles (V.P.I.) correspondantes et en additionnant les valeurs obtenues; les résultats sont exprimés en pourcentages. Comme la valeur maximum possible est de 400 (100 x 4 = valeur max.), nous avons donc la formule :

$$V.P. \text{ p.cent} = 0,25 \sum_{i=1}^n C.S._i \times V.P.I._i$$

Ainsi, nous avons pu comparer la valeur propre et l'évolution de la valeur pastorale de chaque parc au cours des années et les parcs entre eux.

Cette valeur pastorale ne représente en fait qu'un potentiel du pâturage et est relativement subjective. C'est pourquoi il n'est pas recommandé d'accorder une trop grande importance à ce coefficient pris isolément, mais il permet surtout de comparer des différentes formations entre elles, à l'intérieur d'une même région naturelle, comprenant les mêmes espèces.

Tab. 4 Indices de Valeur Pastorale des principales espèces des formations naturelles de l'Adamaoua (V.I.P.)

Espèce	Appétibilité	Productivité	Valeur fourragère	Indice de Valeur Pastorale (V.I.P.)
Aga	4	3	4	3,7
Bra	4	3	4	3,7 TRES
Hru	3,5	3	3	3,2 BON
Hdi	2,5	4	3	3,2 (TB)
Bec	3	3	3	3,0
Pap, Pre	2	4	3	3,0
Hbr	3,5	3	2	3,0
Sch	3	2	3	2,8
Set	3,5	2	2	2,7 BON
Hwi	3,5	2	2	2,5 (B)
Hfi	3	2	2	2,5
Pas	3	2	2	2,3
Ure	1,5	3	2	2,2
Mic	2,5	1	3	2,2
Asi	3	2	1	2,0
Ldi	3	1	2	2,0
Pho, Ply	2	2	2	2,0 MOYEN
Gdi	2	1	3	2,0 (MO)
Spy	2	2	2	2,0
Lka, Lsi	2	2	1	1,7
Cte	2	1	2	1,7
Imp	1	2	1,5	1,5 MEDIOCRE
Pdi	0,5	1	1	0,8 (ME)

2.2.3. Appréciation de la valeur des espèces cultivées

Dès la création de la Station fourragère en 1956, de nombreuses espèces fourragères locales ont été observées par Monnier (1959), puis par Piot (1964-1974, 1969b, 1973).

En 1975, nous avons adopté le dispositif déjà décrit § 2.1.2. et avons testé les espèces en fonction des critères adaptés de ceux de Bille (1967).

Dans un premier temps, les espèces introduites en parcelle de collection subissent une observation du comportement général et des aptitudes apparentes : possibilités de germination, état végétatif, résistance aux maladies, production supérieure à celle d'une formation naturelle ainsi que des observations sur les stades phénologiques (levée, montaison, fructification, arrêt végétatif, production éventuelle de graines).

Dans une seconde phase, toujours en parcelle de collection, les espèces subissent les observations et mesures déjà énoncées au chapitre 2.1.2 soit essentiellement des mesures de production, de productivité et de pérennité, sans engrais puis avec engrais.

Si l'espèce est prometteuse en parcelle de collection, elle est installée en grande parcelle et testée selon les critères suivants :

- faculté d'implantation (semis ou bouturage), faculté germinative,
- appétibilité,
- productivité (sans et avec engrais, nombre d'exploitation, vitesse de croissance),
- valeur nutritive,
- résistance à l'exploitation, au piétinement,
- pérennité,
- aptitude à la récolte mécanique,
- production de semences,
- faculté d'association,

- résistance aux feux,
 - résistance aux maladies et aux insectes,
 - aptitude anti-érosive, couverture du sol.
-

Pour tous ces critères, des cotations ont été adoptées, de 0 à 2
(0 = inférieur à la moyenne des formations naturelles, 1 = moyenne,
2 = supérieur à la moyenne) dont les détails sont dans le tableau 5.

Tab.5

Critères d'appréciation et notation des espèces cultivées

Notation	Inférieur : 0	Moyenne : 1	Supérieur : 2
- Appétibilité (selon les refus mesurés)	Peu ou pas appété	Appété	Très appété
- Productivité (quantité exploitable) :			
sans engrais	Moins de 4 t MS/ha	4 à 6 t MS/ha	Plus de 6 t MS/ha
avec engrais	Moins de 10 t MS/ha	10 à 12 t MS/ha	Plus de 12 t MS/ha
Un point supplémentaire est attribué par tranche de production supplémentaire de 2 t MS/ha utilisable			
- Vitesse de croissance en saison des pluies (nombre d'utilisation ou d'exploitation)	Moins de 3	3 - 5	Plus de 5
- Faculté d'implantation par graines (faculté de germination)	Difficile	Facile	Très facile
- par voie végétative (faculté de multiplication)	Difficile (aléatoire)	Facile	Très facile
- Rapidité de croissance (Exploitation possible)	Année suivante	Même année en saison sèche	Même année en saison des pluies
- Pérennité	Annuelles	3 - 4 ans	Plus de 4 ans
- Valeur nutritive			
UF/kg de MS graminées	Moins de 0,5	Entre 0,5 et 0,6	Plus de 0,6
légumineuses	Moins de 0,6	Entre 0,6 et 0,7	Plus de 0,7
gMAT/kg MS graminées	Moins de 75	Entre 75 et 120	Plus de 120
légumineuses	Moins de 150	Entre 150 et 200	Plus de 200

Tab. 5 (suite)

- Aptitude anti-érosive	Tiges isolées et dressées	Tiges bien ancrées	Tiges bien ancrées agressives et se multipliant
- Résistance à l'exploitation : . Pâturage . Fauche	Pas résistant Pas résistant	Résistant Résistant	Très résistant Très résistant
- Aptitude à la récolte mécanique (fauche, bottelage, ensilage)	Mediocre	Moyenne	Bon à très bon
- Production de semences (indice) : <u>Quantité fertile récoltée/ha</u> <u>Besoin au semis/ha</u>	< 15	15 à 25	> 25
- Faculté d'association	Moins de 2 ans	2 et 3 ans	Plus de 3 ans
- Résistance aux feux	Disparaît après feu	Sensible mais repousse après feu	Insensible ou stimulée après feu
- Résistance aux maladies et aux insectes	Disparaît après attaque	Sensible mais ne disparaît pas	Insensible ou cultivars résistants

Une note 0 pour les critères d'appétibilité, de productivité ou de faculté d'implantation,, de valeur nutritive et de pérennité est rédhibitoire : l'espèce est supprimée..

2.2.4. Productions secondaires

La valeur des pâturages et leur comparaison peuvent être obtenues (et devraient être obtenues le plus souvent possible) par la production secondaire, soit ici par l'évolution pondérale des animaux exploitant les formations naturelles ou artificielles ou par les gains pondéraux.

Pour quelques systèmes d'exploitation des différentes formations pastorales de la Station, nous avons pu utiliser les productions secondaires. Nous avons comparé l'évolution pondérale de lots homogènes d'animaux mâles de race locale (Zébu Goudali et Zébus Wakwa) obtenue par des triples pesées consécutives journalières en début et en fin d'essai ainsi que tous les mois.

2.2.5. Analyses statistiques

2.2.5.1. Comparaison des relevés : analyses en composantes principales et groupements

Les comparaisons entre les relevés de Wakwa ont été effectuées sur la base de 23 espèces + 3 classes par les méthodes mathématiques d'analyses statistiques multidimensionnelles des "groupements" ("clustering" en anglais) et l'analyse en "composantes principales" ("principal components analysis") décrites entre autres par Legendre et Legendre (1979), Greig-Smith (1983) et issues des logiciels en Fortran - IV "Management and Multivariate Analysis of Large Data Sets in Vegetation Research" élaborés par Wildi et Orloci (1983) et utilisables au Centre de Calculs de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich / Suisse.

Nous avons utilisé, pour les groupements, dans le programme RESE (Calcul de la matrice de ressemblance), les variantes minimales des coefficients de corrélation :

$$r(x,y) = \frac{s_{xy} - s_x \cdot s_y / n}{\left[(s_{xx} - s_x^2 / n) (s_{yy} - s_y^2 / n) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Pour l'analyse en composantes principales, nous avons utilisé, dans le programme PCAB (Principal components analysis) les coefficients en composantes normalisés. Les représentations produites sur des graphiques formés de deux ou trois axes principaux sont issus du programme ORDB (Ordination Diagrams).

Ces méthodes d'ordination en espace réduit nous ont permis d'acquérir des connaissances quantitatives sur la valeur des projections obtenues par les coefficients de corrélation ainsi que de dégager des relations entre relevés.

2.2.5.2. Analyse de variance et de moyennes

La comparaison des valeurs pastorales, des surfaces de base pour différentes périodes et des lots d'animaux a été obtenue par l'analyse de variance et le test t avec les programmes ANOVA et TSTAT de Hewlet-Packard - 41

III. DESCRIPTION DU MILIEU

3.1. La situation géographique de l'Adamaoua (fig.1)

L'Adamaoua, entité géographique, est un vaste plateau situé en Afrique Centrale entre les 6ème et 8ème degrés de latitude Nord et les 10ème et 16ème degrés de latitude Est sur environ 75'000 à 100'000 km², à des altitudes comprises entre 900 et 1'500 m.

Ce plateau se déploie sur toute la largeur du Cameroun et partage celui-ci en deux zones écologiques bien distinctes, au Nord et au Sud. Il s'étend, d'autre part, au-delà de la frontière du Nigéria, à l'Ouest, au bassin de la rivière Ouham en République Centre Africaine, à l'Est.

Le rebord orienté vers le Nord surplombe le bassin de la Bénoué par un escarpement vigoureux, alors que la limite vers les pénéplaines du Sud suit un profil plus régulier, sauf au Sud-Ouest, au niveau de la plaine Tikar.

Dans son ensemble, le plateau de l'Adamaoua ressemble à une table gauchie et dissymétrique, modifiée par des mouvements tectoniques et des manifestations volcaniques qui eurent lieu à différentes périodes et qui ont atteint le vieux socle arasé et cassant.

Notons aussi que l'Adamaoua est en quelque sorte le château d'eau de l'Afrique Centrale puisque des sources de plusieurs fleuves y jaillissent pour se déverser dans les bassins du Niger à l'Ouest (Bénoué, Taraba, Faro), de la Sanaga au Sud (Sanaga, Lom, Meng, Mbam, Vina Sud) du lac Tchad au Nord (Vina Nord, Logon, Mbéré, Ouham), du Congo à l'Est (Mambéré, Lobaye).

3.2. Le Climat

3.2.1. Les conditions générales

Le plateau de l'Adamaoua appartient au domaine soudanien par la succession

régulière d'une saison sèche bien marquée de trois à cinq mois (lorsque l'on passe du Sud vers le Nord du Plateau) et d'une saison des pluies deux fois plus longue, très humide (fig. 45 et annexe B 1).

Mais l'altitude du Plateau et son relief créent des conditions climatiques particulières, car ils modèrent très sensiblement les températures et accentuent les précipitations.

Cependant, si la saison sèche y est beaucoup plus courte que dans la vallée de la Bénoué au Nord, celle-ci n'en est pas moins rigoureuse. Les minima d'humidité relative de l'Adamaoua ne sont pas moins bas qu'à Garoua (200 Km au Nord), car par son altitude, le Plateau reste au contact des couches supérieures sèches lorsqu'un flux humide venant du Sud s'avance jusqu'au Nord-Cameroun.

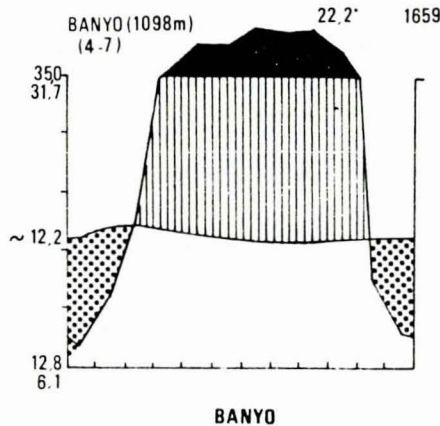
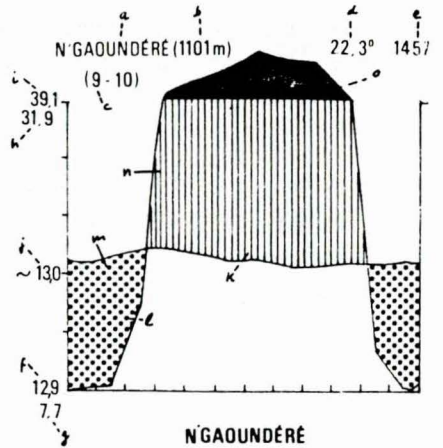
Toutefois, d'après Suchel (1972), c'est surtout la saison des pluies qui fait l'originalité du climat de l'Adamaoua.

Cette saison est caractérisée par une quantité annuelle importante de pluies (entre 1'600 et 1'800 mm) et par leur rythme très soutenu (5 à 6 mois avec plus de 200 mm). Elle montre ainsi les affinités océaniques du climat du Plateau par opposition au caractère continental des régions rencontrées sitôt la falaise Nord franchie et aux traits subéquatoriaux qui s'affirment rapidement au nord du 6ème parallèle (tab. B 1 : Yoko et fig. 1) où la pluviosité a tendance à diminuer. Tout ceci montre l'influence du relief, qui fait qu'au Sud du Plateau la saison sèche y est réduite à 3 mois et que les pluies n'y sont pas négligeables en décembre et janvier, du fait des incursions alternatives et rarement prolongées des masses d'air tropical, continental et équatorial, de part et d'autre du Front Inter Tropical (FIT), ce qui est d'ailleurs déjà perceptible à Banyo.

Le paysage végétal n'est plus, vers le 6ème parallèle, celui des plateaux centraux de l'Adamaoua : la savane est étroitement cloisonnée par les galeries forestières et la forêt dense continue fait son apparition en contrebas, dans les bassins du Mbam et du Djerem.

Fig. 4

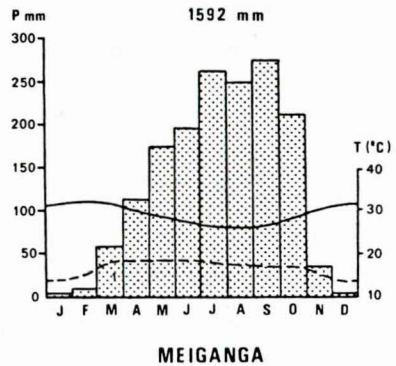
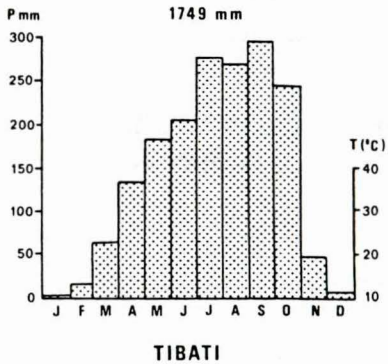
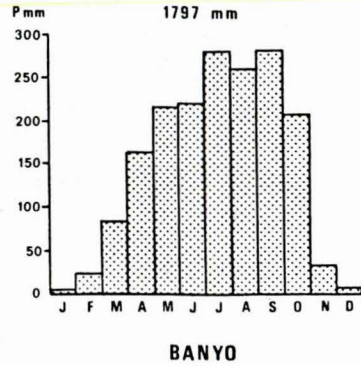
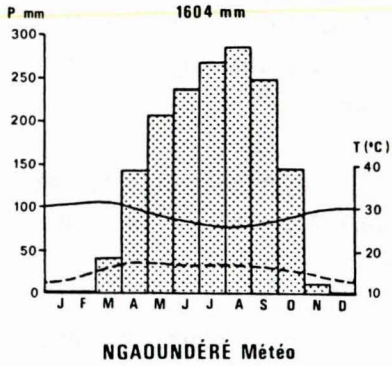
Conditions climatiques de l'Adamaoua






Légende:

- | | |
|---|---|
| a) Station | g) Minima absolu |
| b) Altitude | h) Moyenne des Minima journaliers des mois les plus chaud |
| c) Nbre d'années d'obs.
1°chiffre : températures
2°chiffre : pluies | i) Maxima absolu |
| d) Température moyenne annuelle | j) Variation moyenne de la température journalière |
| e) Précipitations moyennes annuelles | k) Courbe des temp. m. journ. |
| f) Moyenne des minima journaliers des mois les plus froids | l) Courbe des préc. m. mensuelles |
| | m) Saison sèche |
| | n) Saison des pluies |
| | o) Préc. m. mens. > 100mm |
| | Echelle réduite de 1/10 |

Fig. 5 Diagrammes ombrothermiques des principales agglomérations de l'Adamaoua camerounais.



-  Précipitations mensuelles
-  Moyenne des températures maximales
-  Moyenne des températures minimales

3.2.2. L'analyse fréquentielle des pluies et des périodes de végétation

Pour exprimer la position et la durée de la saison pluvieuse et par conséquence des périodes de végétation, nous avons appliqué, pour les stations de Ngaoundéré (fig.6), Tibati (fig.7) et Meiganga (fig.8), les modèles d'analyses fréquentielles des périodes de végétation mis au point par Franquin (1968, 1969 et 1981), à travers les bilans hydriques.

Nous avons donc utilisé le modèle construit en termes hydriques à partir de la pluviométrie et des évaporations relatives (ETR/ETP), tirées d'une simulation de bilan hydrique.

L'aire de la surface du modèle géométrique (fig. 6, 7 et 8) représente une capacité de production de matière sèche et nous avons appliqué, à la variable ETR/ETP, le principe de la "période fréquentielle de végétation" pour les années disponibles.

Les instants d'apparition des "événements" utilisés ont été :

ETR/ETP devient et reste $\geq 0,25$	courbe 0	courbes d'ouverture de la "période de végétation"
ETR/ETP devient et reste $\geq 0,50$	courbe 1	
ETR/ETP devient et reste $\geq 0,90$	courbe 2	
ETR/ETP devient et reste $\leq 0,90$	courbe 7	courbes de fermeture de la "période de végétation"
ETR/ETP devient et reste $\leq 0,50$	courbe 8	

La réserve utile "RU" considérée pour le bilan est, dans notre cas, de 100 mm. RU est la capacité maximale d'eau disponible du sol.

Ces instants d'occurrence correspondent aux événements suivants :

- Courbe 0 : ouverture de la période de végétation du tapis herbacé
- Courbe 1 : ouverture de la sous-période dite "subhumide" à partir et pendant laquelle les semis sont possibles

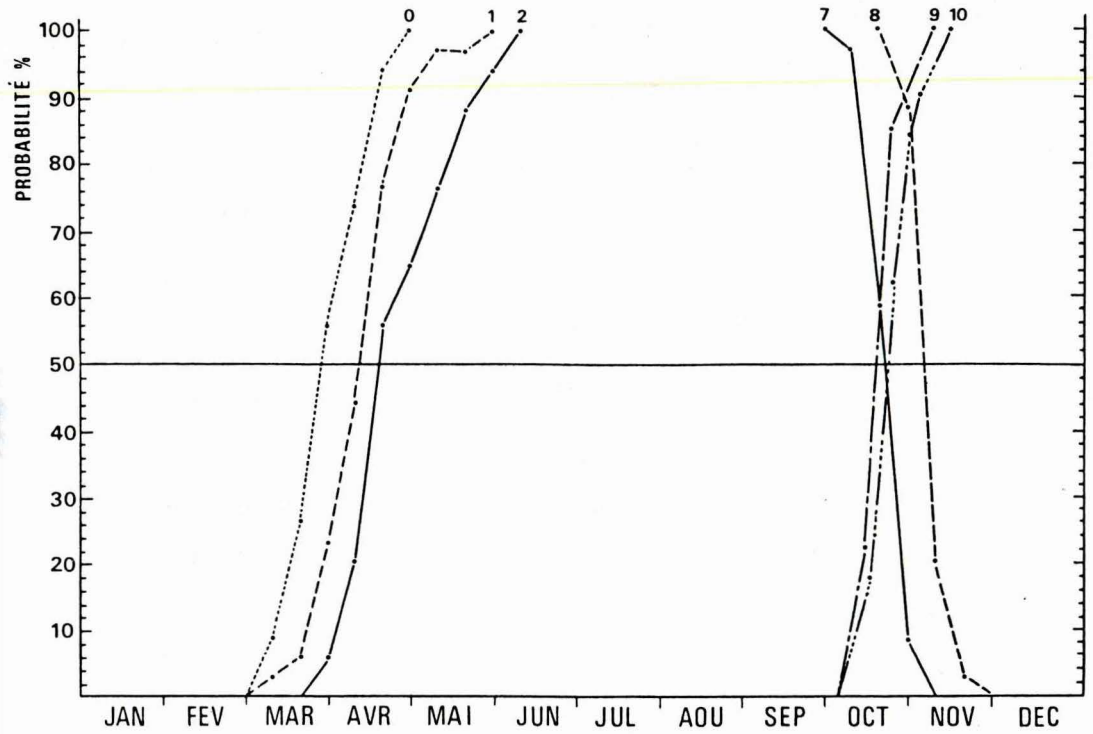


Fig. 6 Périodes fréquentielles de végétation à Ngaoundéré
(pour une réserve utile de 100 mm)

- x.....x Courbes d'ouverture (o) de la "période de végétation" ($ETR/ETP \geq 0,25$)
- x-----x Courbes d'ouverture (1) et de fermeture (8) de la période
($ETR \geq 0,50$ et $\leq 0,50$)
- x———x Courbes d'ouverture (2) et de fermeture (7) de la période
($ETR \geq 0,90$ et $\leq 0,90$)
- x-.-.-x Courbes (9) d'arrêt des pluies ($P \geq 25$ mm)
- x—...x Courbe (10) d'arrêt des pluies ($P = 0$ mm)
- Droite indiquant les probabilités de 50 p.cent.

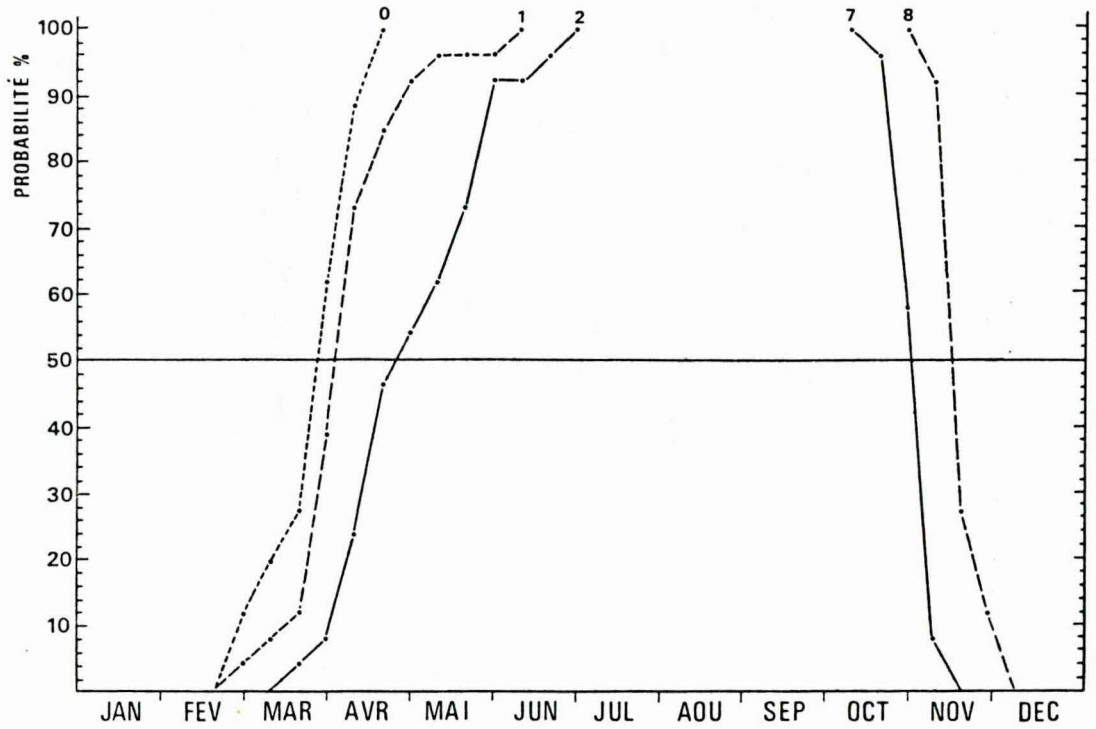


Fig. 7 Périodes fréquentielles de végétation à Tibati

- x.....x Courbes d'ouverture (o) de la "période de végétation" (ETR/ETP 0,25)
- x-----x Courbes d'ouverture (1) et de fermeture (8) de la période (ETR 0,50 et 0,50)
- x———x Courbes d'ouverture (2) et de fermeture (7) de la période (ETR 0,90 et 0,90)
- Droite indiquant les probabilités de 50 p.cent

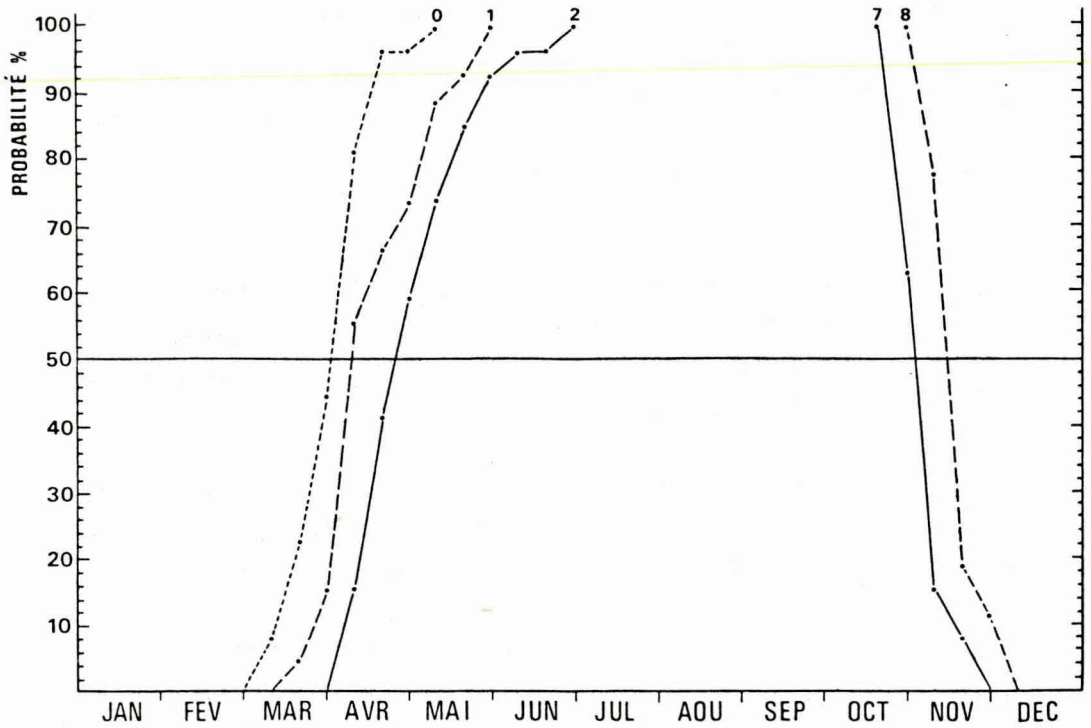


Fig. 8 Périodes fréquentielles de végétation à Meiganga

x.....x Courbes d'ouverture (o) de la "période de végétation" (ETR/ETP 0,25)

x-----x Courbes d'ouverture (1) et de fermeture (8) de la période
(ETR 0,50 et 0,50)

x———x Courbes d'ouverture (2) et de fermeture (7) de la période
(ETR 0,90 et 0,90)

———— Droite indiquant les probabilités de 50 p.cent

- Courbe 2 : ouverture de la période "humide" pendant laquelle les conditions hydriques du sol permettent une production maximum de matière sèche
- Courbe 7 : fermeture de la période "humide"
- Courbe 8 : fermeture de la période "subhumide"

Pour Ngaoundéré, nous avons en plus construit les courbes indiquant les probabilités de fin des pluies. Cet évènement a une grande importance pour la récolte et la conservation des fourrages et en particulier pour la date à partir de laquelle les foins sont possibles.

La courbe 9 donne les probabilités de la date à partir de laquelle les pluies seront égales ou inférieures à 25 mm, donc peu dommageables, par exemple, pour les foins récoltés et laissés sous forme de tas sur le terrain.

La courbe 10 indique les probabilités de la date de la dernière pluie.

Ainsi, pour Ngaoundéré et Wakwa en particulier, si nous traçons l'horizontale passant par la probabilité 50 p. cent, nous déterminons, en abscisses, les dates clés suivantes :

- 25 mars : probabilité de 50 p.cent pour que l'on assiste au démarrage du tapis herbacé pour un ETR/ETP de 0,25,
- 12 avril : probabilité de 50 p.cent pour que l'on puisse, à partir de cette date, semer un maïs fourrage par exemple (ou toute autre espèce fourragère),
- 18 avril : le bilan hydrique a une probabilité de 50 p.cent de permettre une production maximale de matière sèche,
- 22 octobre : date à laquelle il y a 50 p.cent de chance que la production diminue (les autres conditions de nutrition des plantes étant

remplies),

- 5 novembre : fin de la période de végétation,
- 15 octobre : probabilité de 50 p.cent que les pluies seront égales ou inférieures à 25 mm, soit des pluies qui ne compromettent pas la récolte et le séchage du fourrage,
- 25 octobre : probabilité de 50 p.cent que la dernière pluie est tombée. Il faudra attendre le 17 novembre pour que l'on ait une certitude, soit une probabilité égale à 1,0 .

On peut donc observer que ces modèles, modifiables selon les besoins, permettent de prévoir les événements et de choisir les espèces ou variétés de fourrage en fonction, par exemple, de leur besoin en eau, leur cycle, etc...

3.2.3. Classification

Ces résultats soulignent les nuances dans la répartition des pluies et la longueur de la saison sèche et de la saison humide, lorsque l'on passe du Sud (Tibati) vers le Nord (Ngaoundéré) du Plateau ou de l'Ouest (Tibati) à l'Est (Meiganga).

On peut ainsi faire ressortir les types de climat régionaux :

De Yoko, au Sud, à Ngaoundéré, au Nord, on passe du régime subéquatorial au régime soudanien humide typique et de l'Ouest à l'Est, on observe une diminution progressive des précipitations correspondant à un éloignement de plus en plus grand de l'océan : les maxima doivent dépasser 2 m sur les sommets des hauts massifs occidentaux, tandis qu'un minimum inférieur à 1,4 m semble être atteint dans le fossé de la Mbéré, près de la frontière centrafricaine.

Cependant, les profils pluviométriques de Banyo et Meiganga ou Bouar (fig.5) ont une allure générale très voisine qui les apparentent à celui de Ngaoundéré.

Aubréville (1950) classe le climat de l'Adamaoua dans la zone soudano-guinéenne d'altitude que l'on retrouve en Afrique de l'Ouest, au Fouta Djallon, en Afrique Centrale (région des grands lacs : Ruanda, Burundi, Est du Zaïre) et en Afrique de l'Est, au Sud-Est de la Tanzanie.

Nous préférons cependant la définition de Suchel (1972, p. 175) de "climat montagnard soudanien à tendance subéquatoriale" qui souligne en priorité l'unité climatique que le relief et l'altitude confèrent à l'Adamaoua et qui sépare au Nord et au Sud, deux milieux écologiques fondamentalement différents.

En conclusion, on constate que :

- les précipitations annuelles sont assez importantes (par rapport à ce que l'on enregistre après la falaise au nord du Plateau), ce qui permet de considérer le climat de l'Adamaoua comme un climat humide ou semi-humide d'altitude,
- ces précipitations annuelles se limitent à 7 ou 8 mois en une seule période et que le reste de l'année est sans pluie et écologiquement sec pendant au moins $4 \frac{1}{2}$ mois à Tibati, $4 \frac{3}{4}$ mois à Ngaoundéré et $4 \frac{1}{2}$ mois à Meiganga, pour une probabilité de 0,50 (voir résultats de l'analyse fréquentielle de la période climatique de végétation),
- les températures sont tempérées (par l'altitude) par rapport aux températures enregistrées au sud et au nord du Plateau, avec cependant des minima absolus assez bas en décembre-janvier (10° C) et des moyennes maxima relativement élevées en mars-avril (34° C),
- l'humidité relative est élevée en saison des pluies (80 p.cent) et faible en saison sèche (40 p.cent),
- les vents alizés humides en saison des pluies et surtout secs (harmattan) en saison sèche atteignent le Plateau et ont des conséquences certaines et importantes pour la végétation et par voies de conséquences pour l'élevage.

3.2.4. Conséquences pour l'élevage

Ces conditions climatiques ont développé une végétation de type forêt claire mais transformée par l'influence de l'homme (défrichement, feux, pâture) en une savane de substitution à *Hyparrhenia* spp. (végétation que nous analysons plus en détail dans les chapitres suivants).

Mais ces conditions climatiques ont une influence sur les rythmes de développement de la végétation herbacée et par conséquence sur les conditions de l'élevage :

- les précipitations largement supérieures à 1 mètre, permettent à la strate herbacée de produire et de développer un tapis continu et dense et une biomasse importante,
- les précipitations interrompues pendant plus de 4 mois entraînent un arrêt de la végétation principalement herbacée et son dessèchement qui permet les feux de brousse et procure à l'herbe une valeur nutritive médiocre, particulièrement en protéines dont la teneur est alors souvent nulle. (cf. § 3.8.6)

Cependant, l'arrêt assez brutal des pluies en novembre permet de faucher l'herbe et le vent sec permet de la sécher dans des conditions très favorables. Ainsi, on voit (fig. 6) qu'il y a plus de 50 p.cent de chance, entre le 15 octobre et le 25 mars que l'on ait moins de pluie, soit des précipitations qui ne mouilleront pas dangereusement les meules de foin qui auront été faites et qui restent en plein air. (photo 11).

3.3. La géologie et la géomorphologie (fig. 9)

3.3.1. La géologie

Les principales roches présentes en Adamaoua sont surtout des granites recouvrant la plus grande partie du centre et de l'ouest du Plateau, ainsi que l'extrême Est; des roches volcaniques se rencontrent au centre du Plateau et vers l'est de Ngaoundéré; enfin, des roches métamorphiques telles que granodiorite, syénite, gabbro et gneiss sont réparties sur la partie ouest.

On rencontre quelques roches sédimentaires (grès) disséminées au sud et à l'ouest de Ngaoundéré.

Les roches granitiques forment des faciès qui sont loin d'être uniformes : ils peuvent être homogènes, pauvres en minéraux ferromagnésiens et riches en gros grains de quartz ou, au contraire, feldspathiques et injectés de filonets verts ou roses.

Les roches granitiques peuvent former des chaos de grosses boules ou, au contraire, présenter un débit anguleux fin avec quelques grandes dalles sur les sommets.

La grano-diorite ou diorite quartzitique est une roche très pauvre en quartz mais riche en grands feldspaths blancs automorphes.

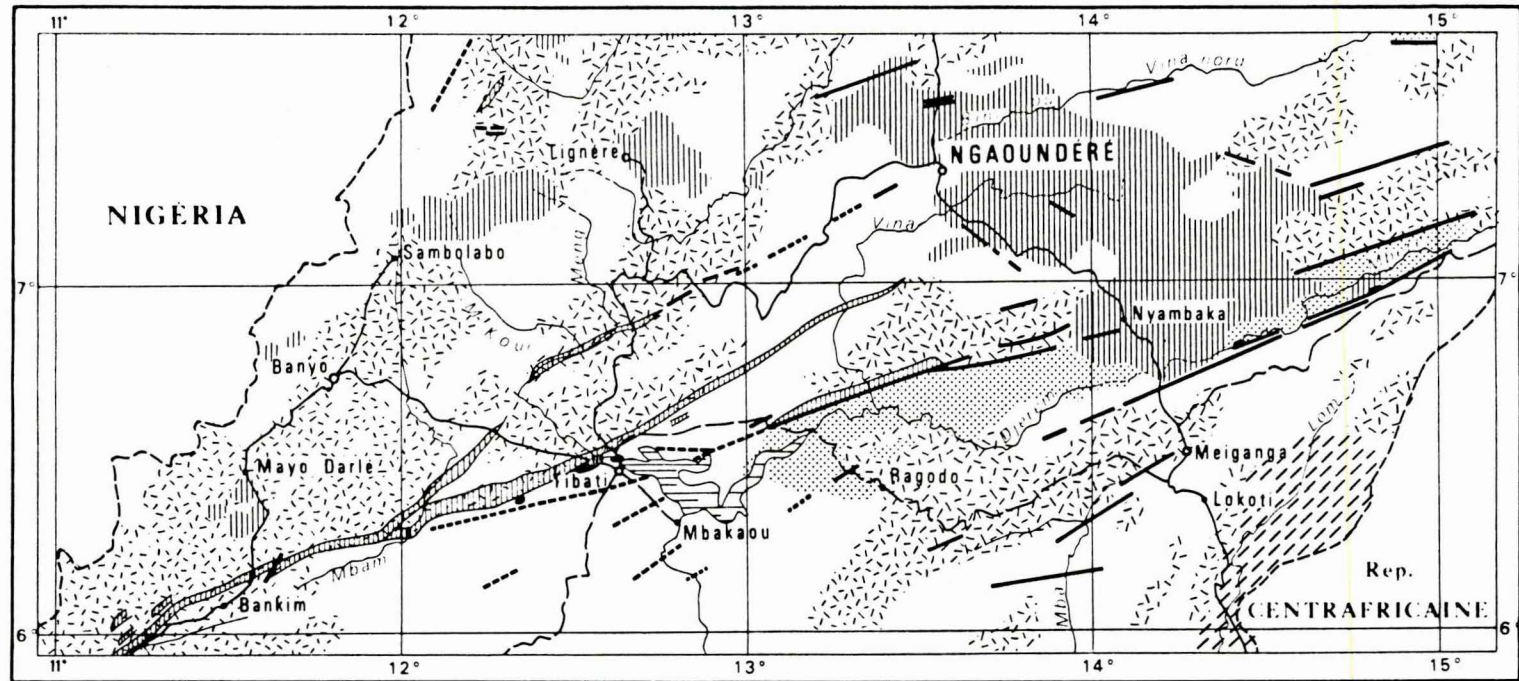
La syénite est une roche profondément altérée, formée de grands feldspaths rosés entourant des petits amas de minéraux ferromagnésiens.

Le gabbro enfin est une roche à grands minéraux noirs constitué essentiellement de plagioclase calcique et de pyroxène.

Le gneiss, roche métamorphique, est constitué de cristaux de mica, de quartz et de feldspaths, disposés en lits.

Les roches volcaniques sont issues de manifestations récentes à l'est de Ngaoundéré (basaltes récents du quaternaire), ou de manifestations plus anciennes (basaltes anciens). Ces roches volcaniques ont une grande importance pour l'agriculture et l'élevage par les reliefs qu'ils ont engendrés, et par leurs caractères physiques et chimiques comme nous le verrons un peu plus loin.

Fig.9 : ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE L'ADAMAOUA



LÉGENDE

- | | |
|--|--|
| | Roches volcaniques |
| | Roches sédimentaires |
| | Série du Lom
conglomérats
métamorphiques
complexe de base |
| | |
| | Roches métamorphiques |

0 20 100 km

- | | |
|--|------------------|
| | Roches éruptives |
| | Zones myloniques |
| | Fautes observées |
| | Fautes supposées |

TOPOGRAPHIE

- | | | | |
|--|---------|--|--------------------------------|
| | Route | | Limite de territoire |
| | Piste | | Préfecture et sous préfectures |
| | Rivière | | Villages |

3.3.2. La géomorphologie et la tectonique

Les mouvements tectoniques répétés dans ces matériels cassants et l'activité volcanique, qui s'est manifestée dès la fin du secondaire par de grands épanchements de basaltes et d'andésite, ont créé par endroit une topographie accidentée en formant des massifs importants au-dessus du socle (Hosséré Djinga), des dômes et pitons (Tchabal Gandaba), des hauts plateaux (Tchabal Mbabo) ou des surfaces développées sur une couverture moins épaisse (plateau de Ngaoundéré).

Une tectonique cassante de grande ampleur est responsable, à l'Ouest, de l'effondrement de la plaine Tikar et du soulèvement du haut-plateau Mambila à 1'800 m et à l'Est, du profond fossé d'effondrement de la Mbéré.

Des manifestations volcaniques récentes subsistent les cônes et cratères qui surgissent de la surface basaltique du plateau de Ngaoundéré.

Entre ces grandes lignes de discontinuité topographiques, les niveaux étagés du Plateau s'étalent en un relief peu accidenté aux molles ondulations. Les surfaces des plateaux de Tignière et Banyo (1000 - 1200) à l'Est, développées sur les granites ou les gneiss, sont parcourues par des vallées parallèles peu encaissées. Aux cuirasses des surfaces de Minim-Martap et Mangoum, à 1200 - 1300 m, au Sud, correspondent des tables horizontales défoncées par des vallées à profil concave. Au nord et au sud de ces hautes surfaces, les bassins du Faro et de Tibati, à 900 m, individualisent des secteurs légèrement déprimés dans la surface générale du Plateau (Boutrais, 1978).

Ainsi, le plateau de l'Adamaoua est constitué, pour l'essentiel, d'une surface à 1000 - 1200 m, en pente régulière vers le Sud, mais son relief comprend, en fait, une juxtaposition de plateaux disposés en gradins dont les différences d'altitude ne manquent pas d'avoir (nous le verrons plus loin) des influences entre autres sur le climat, la végétation et par là sur l'élevage.

3.4. Les sols (fig. 10)

3.4.1. Classification

Les roches qui constituent le plateau de l'Adamaoua sont donc variées, mais elles ne donnent pas toujours naissance à des sols différents. Inversement, par les actions de l'érosion et des influences climatiques anciennes, une même roche porte fréquemment des sols différents (Humbel, 1971).

Dans ses grandes lignes, le plateau de l'Adamaoua porte les grands types de sols suivants (Martin et Segalen, 1966 et Humbel, 1971) :

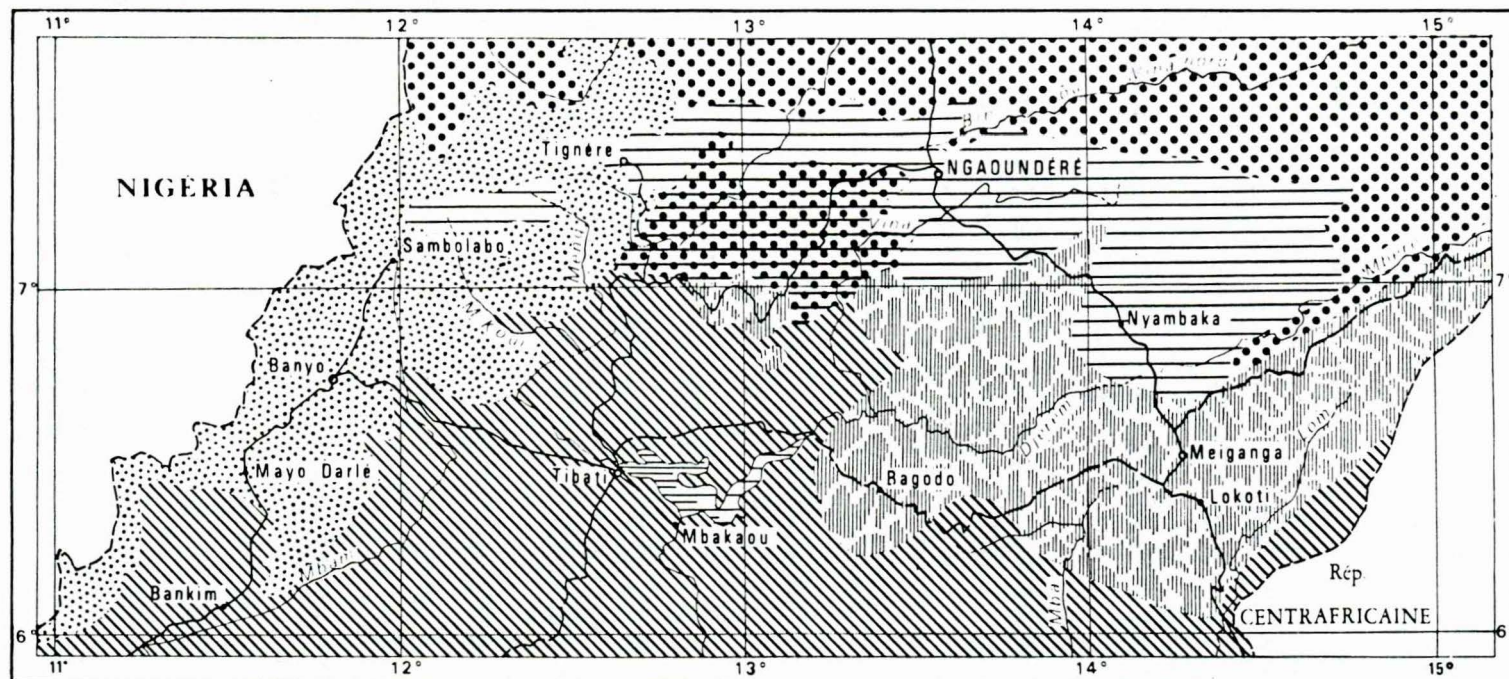
- les sols ferrugineux tropicaux intergrades ferralitiques (sols fersiallitiques) (selon F.X. Humbel, 1971) ou sols faiblement ferralitiques modaux (selon Martin et Segalen, 1966) (= Luvisols et Ferrisols selon FAO)
- les sols ferralitiques (= Acrisols telviques et Nitosols)
- les sols hydromorphes (= Gleysols)
- les sols minéraux bruts non climatiques d'érosion sur cuirasses anciennes ou (= Lithosols et Rankers)
- à l'Ouest, les massifs montagneux portent des sols assez minces et soumis à une érosion accélérée et appelés sols de pente (Segalen, 1957).

Les premiers sols sont caractérisés par le processus fondamental de l'individualisation des oxydes ou hydroxydes de fer. Ils se forment dans une zone de climat tropical à deux saisons alternantes.







Les seconds sont caractérisés par le processus d'individualisation des oxydes ou hydroxydes de fer et d'alumine qui s'effectue sous climat humide et chaud. Ce processus peut être accompagné par le cuirassement ou l'accumulation de matières organiques.

Les sols hydromorphes sont caractérisés par l'accumulation de matières organiques et par la formation de gley. Ils se distinguent des vertisols de l'extrême nord du Cameroun par l'absence d'argiles gonflantes (Montmorillonites).







Fig: 10 ESQUISSE PÉDOLOGIQUE DE L'ADAMAOUA



LÉGENDE

- | | |
|--|--|
|  Sols de pentes |  Sols ferrallitiques typiques sur roches acides |
|  Sols ferrallitiques typiques sur roches basiques |  Sols sur cuirasses |
|  Sols ferrugineux |  Sols ferrugineux - Sols ferrallitiques typiques sur roches non différenciées |

TOPOGRAPHIE

- | | |
|---|--|
|  Route |  Limite de territoire |
|  Piste |  Préfecture et sous préfectures |
|  Rivière |  Villages |

D'après Martin et Segalen (1966)
et Atlas du Cameroun (1957)

Les sols minéraux bruts sont des sols d'origine non climatique et sont le résultat de l'érosion.

3.4.2. Les sols ferrugineux

3.4.2.1. Localisation, topographie, végétation

Ces sols sont bien représentés dans l'Est Cameroun, et dans l'Adamaoua, depuis le Nord de Bertoua jusqu'à Banyo en passant par Ngaoundéré.

Ils paraissent occuper le plus souvent des zones de raccordement entre surfaces d'aplanissement d'âges différents ou des surfaces intermédiaires. Le relief de collines irrégulières est toujours très accidenté, les affleurements rocheux sont fréquents et la pédogenèse semble récente.

Selon Humbel (1971), ces sols, qui occupent de grandes surfaces, se trouvent là où le matériau granitique domine et où les anciens sols ferrallitiques ont été déblayés.

Le même auteur distingue, d'autre part, pour les sols ferrugineux, les grands ensembles suivants :

- les sols ferrugineux tropicaux piégés entre les boules qui couvrent les fortes pentes des reliefs résiduels. Ils sont peu épais et bien différenciés en horizon.
- les sols ferrugineux tropicaux dérivés directement de granites, granodiorite et gneiss après rajeunissement du relief. Ils sont peu lessivés là où l'érosion est très active.

- les sols ferrugineux tropicaux développés sur un matériau ferrallitique remanié. On les rencontre là où les terrains ferrallitisés n'ont pas été trop fortement disséqués.

La végétation est toujours une savane arbustive assez ouverte.

3.4.2.2. Morphologie

Le profil suivant est observé sur granite :

- 0 - 12 cm Brun-gris très foncé (10YR3/2) (code Munsel (USA)) et brun-gris (10YR3/2) et brun-gris (10YR5/2) sec; sablo-argileux : structure nuciforme moyenne à grossière bien développée : poreux à très poreux; frais et friable.
- 12 - 25 cm Brun-rouge foncé (5YR3/2) et brun-rouge (5YR4/3 sec; argilo-sableux; structure nuciforme moyennement développée; poreux; frais et friable.
- 25 - 50 cm Brun-rouge foncé (5YR3/4) et ocre (5YR4/6) sec, avec quelques taches plus rouges diffuses : argilo-sableux structure nuciforme grossière moyennement développée; assez poreux; friable à ferme à l'état frais.
- 50 - 100 cm Ocre (5YR4/6 à 5/8 par zones mal délimitées); argilo-sableux et graveleux; peu ou pas structuré; compact et ferme; quelques micas blancs et noirs non altérés.
- 100 cm Niveau très graveleux de quartz dans terre rouge-jaune (5YR4/6 à 5/8), taches blanches de feldspaths altérés, micas blancs et noirs visibles; puis horizon de granite altéré de plusieurs mètres avant la roche saine.

3.4.2.3. Caractéristiques physiques et chimiques

La texture, toujours plus légère en surface (sablo-argileux), est argilo-sableuse, rarement argileuse en profondeur; il faut noter l'abondance de limon (25 à 30 p.cent) dans les sols sur micaschistes. Ce sont des sols perméables et à capacité de rétention d'eau moyenne.

Les teneurs en matière organique sont moyennes (2 à 4 p.cent) et les rapports C/N sont élevés (15 à 18) en surface.

La capacité d'échange ne dépasse pas 12méq/100 g en surface et 6 à 8 méq/100 g en profondeur, ce qui implique cependant des capacités d'échange calculées sur argile supérieure à 15 méq/100 g. Le degré de saturation est compris entre 30 et 60 p.cent et le pH oscille entre 5,5 et 6,5; ces chiffres sont plus faibles sur micaschistes.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de la terre fine est voisin de 2; la fraction argileuse est constituée essentiellement de kaolinite, avec peut-être des traces d'illite.

3.4.2.4. Aptitude pour la culture et l'élevage

Le climat, la faible profondeur du sol et ses caractéristiques physiques peu favorables excluent les plantations arbustives; les cultures annuelles sont possibles, avec des risques certains de dégradation rapide des sols et d'érosion.

L'apparition de la roche mère en surface et le relief souvent très irrégulier et les fortes pentes empêchent souvent l'aménagement, sur ces surfaces, de parcelles pour la confection de foin ou la culture d'espèces fourragères à récolter ou à pâturer.

3.4.3. Les sols ferrallitiques

3.4.3.1. Localisation, végétation

Les sols ferrallitiques rouges se développent sur tous les "vieux basaltes", c'est-à-dire sur les anciennes nappes hawaïennes que l'on observe sur les plateaux Bamiléké, Bamoun ou de l'Adamaoua. L'âge de ces basaltes est variable et va du Crétacé, pour les plus anciennes, à une période relativement récente qu'on peut estimer au quaternaire ancien.

Humbel (1971) distingue, en Adamaoua, parmi ce groupe des sols ferrallitiques, les sous-groupes suivants :

- les sols ferrallitiques faiblement désaturés rajeunis,
- les sols fortement désaturés typiques, à pseudoparticules,
- les sols ferrallitiques remaniés.

Ces sols, tous très épais et fortement désaturés, issus d'une longue et intense période de ferrallisation de périodes climatiques peut-être différentes, se distinguent donc par le rajeunissement ou le remaniement des matériaux des sols primitifs des sols ferrallitiques typiques.

Ces sols occupent généralement des sommets de plateaux où le drainage est toujours bon, sans qu'on identifie de traces d'hydromorphie. La végétation actuellement observée est une savane arborée très lâche.

3.4.3.2. Morphologie

Sur la feuille de Foubot, Bachelier et Segalen (1957) notent le profil suivant :

0	-	25 cm	Brun-rouge foncé, limoneux; grumeleux à grumeleux fin; bien développé; cohésion très faible; très poreux.
25	-	350 cm	Brun-rouge à rouge; argilo-limoneux; nuciforme à grumeleux, quelques fentes verticales; cohésion assez faible.
à 350 cm			Basalte en boules recouvert d'un enduit jaunâtre.

Des profils de ce type peuvent être observés en pays Bamiléké et dans l'Adamaoua.

3.4.3.3. Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie présente les teneurs suivantes : 40 à 60 p.cent d'argile; les teneurs en limon sont de l'ordre de 30 p.cent. Les teneurs élevées en limon seront retrouvées dans les sols ferrallitiques humifères. La réaction est acide en surface (4,7 à 5,6) comme en profondeur. La matière organique est assez élevée (3,5 p.cent environ), mais il est vrai que les plateaux basaltiques sont situés à 1'200 m d'altitude. Le complexe absorbant présente une capacité d'échange de 15 à 20 méq en surface, moins de 10 méq/100 g en profondeur (dès 50 cm). La somme des bases fixées est respectivement 3 et 1 méq; le degré de saturation : 20 et 10 p.cent.

Les analyses de la fraction argile mettent en évidence des quantités importantes d'hydroxydes de fer et de gibbsite, à côté de la kaolinite.

3.4.3.4. Aptitude pour l'agriculture et l'élevage

Les sols ferrallitiques rouges sur roches basiques sont très diversement utilisés. Le plus souvent (surtout dans l'Adamaoua), ils ne servent qu'à

des pâturages extensifs. En Pays Bamiléké, où ils ont pu superficiellement être enrichis par des apports de cendres, ils sont le plus souvent cultivés en petits enclos où la matière organique est enfouie sous terre et brûlée, et où le petit bétail apporte l'engrais animal.

En pays Bamoun, on y a installé des cultures de caféiers Arabica. Les valeurs concernant le complexe absorbant montrent la faiblesse des éléments fertilisants. Aussi beaucoup de ces cultures ont-elles périclité. Les autres n'ont pu se maintenir que grâce à des apports importants d'engrais.

En Adamaoua cependant, ces sols, par leur relief peu chahuté, permettent, après éradication des ligneux, le passage d'engins mécaniques tirés par des boeufs ou des tracteurs, nécessaires pour la fauche ou les labours et autres matériels utilisés pour la culture et la récolte d'espèces fourragères.

3.4.4. Les sols minéraux bruts (cuirasses)

Les sols minéraux bruts couvrent des superficies non négligeables en Adamaoua, au sud du Plateau et au sud-ouest de Meiganga.

Le cuirassement alumineux est une caractéristique de la partie de l'Adamaoua située entre Ngaoundéré et Tibati et proche des localités de Bagodo, Minim et Martap. Ces cuirasses couronnent des plateaux assez allongés fortement disséqués par l'action des rivières, profondément enfouies (100 à 200 m environ).

Elles forment sur les bords une véritable corniche d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Elles sont occupées par une savane assez lâche dont les arbres poussent leurs racines dans les interstices des blocs. Cette cuirasse, par ses teneurs élevées en alumine, peut être qualifiée de bauxitique. Elle a fait l'objet de sondages par le B.R.G.M. (Bureau de Recherches géologiques et minières), ce qui nous permet d'avoir de bonnes coupes à travers un matériau particulièrement dur :

Puits No 5 sur le plateau Brigitte (ensemble du Ngaoundal) à 1'352 m :

0	à	0,2	m	Sol noir à brun
0,2	à	0,6	m	Blocs bruns à jaunes séparés par du sol rouge
0,6	à	4,3	m	Cuirasse compacte brun-rouge à jaunâtre; cristaux de gibbsite visibles
4,3	à	21,7	m	Cuirasse bauxitique brun-rouge avec cristaux de gibbsite visibles; elle devient de plus en plus poreuse vers le bas; entre 15,6 et 17 m, filonnets noirs à éclat métallique et quelques masses jaunes pulvérulentes
21,7	à	27,6	m	Rougeâtre, pisolites de 1 à 6 mm; argileux, happant à la langue; géodes blanches, opaques; quelques concrétions sans forme précise; vers le bas de ce niveau, les pisolites deviennent de plus en plus gros. La roche altérée apparaît avec un faciès tigré
27,6	à	30,5	m	Roche brune à brun-rouge, peu dense, peu indurée, peu de pisolites
30,5	à	34,3	m	Argile violette, basalte altéré. Nappe à 33,2 m.

La très faible épaisseur de sol meuble en surface, la très forte épaisseur de la cuirasse, la situation topographique font que cette formation doit être considérée comme très ancienne et, de ce fait, a été rangée dans les sols minéraux bruts sur cuirasse ancienne.

3.4.5. Les sols hydromorphes

Les sols hydromorphes résultent essentiellement de l'action, sur une roche-mère quelconque, pendant toute ou partie de l'année, d'une nappe phréatique.

Le processus fondamental est la formation d'un gley auquel peuvent être associés, assez indépendamment des conditions climatiques, les phénomènes suivants :

- accumulation de matière organique
- concrétionnement et cuirassement
- calcification.

En Adamaoua, si ces sols sont d'étendue restreinte, ils ont une grande importance pour l'élevage car ils permettent à la végétation spécifique de continuer sa croissance en saison sèche et d'être ainsi un complément non négligeable en protéines pour les animaux et, d'autre part, de constituer des points d'abreuvement.

Sur ces sols, des aménagements avec des cultures fourragères sont envisagés.

3.4.6. Les sols de pente

Enfin, les sols de pente des massifs du plateau et en particulier à l'Ouest, sont assez minces et soumis à une érosion accélérée lorsque la couverture forestière vient à disparaître et ils développent, sous l'action de la pâture, un tapis herbacé bien particulier à Sporobolus africanus que l'on rencontre sur les hauts plateaux du Nord-Ouest du Cameroun (Hurault, 1975).

3.5. Les sols de la station fourragère de Wakwa

3.5.1. Les sols granitiques

3.5.1.1. Caractéristiques

L'étude détaillée, dans le secteur de Wakwa, de Laplante et Bachelier (1953), montre que l'on y rencontre les principales formations pédologiques de l'Adamaoua : sols ferrugineux tropicaux (sols faiblement ferrallitiques sur roches acides de Martin et Segalen, 1966) que nous appellerons sols granitiques, sols ferrallitiques typiques rouges sur roches basiques (Martin et Segalen, 1966) que nous appelons sols basaltiques rouges et foncés, ainsi que des cuirasses, des sols inondés, etc.

La station fourragère de Wakwa a donc été choisie sur un site où sont représentés les principaux sols de l'Adamaoua.

Les sols ferrugineux tropicaux, dits granitiques, couvrent plus de la moitié de la superficie de la Station (fig. 2). Le terrain y est la plupart du temps accidenté où abondent les boules de chaos granitiques caractéristiques du paysage, ce qui classe ces sols dans le deuxième sous-groupe de Humbel (1971) : sols ferrugineux tropicaux dérivés directement de granites, granodiorite et gneiss.

Ces sols sont peu évolués, peu profonds, à tendance nettement arénacée (sable), parfois même squelettiques.

3.5.1.2. Aptitude agricole et pastorale

Du point de vue agricole, ces sols ont un intérêt assez restreint; généralement assez pauvres (tab. 6), ils n'offrent que de petites surfaces non planes, encombrés de débris granitiques et difficilement utilisables. Ils ont en revanche une assez bonne structure physique et possèdent quelquefois des réserves minérales intéressantes, constituées en partie par des feldspaths encore incomplètement altérés. Ces sols sont généralement carencés en phosphore.

Cependant, ce potentiel n'intervient, pour conférer au sol une certaine fertilité, que lorsque la nappe phréatique est proche de la surface, les minéraux subissant alors une altération suffisante pour libérer leurs réserves, notamment en calcium et potassium (sols en bas de pente) mais pas en phosphore.

Pour l'élevage cependant, ces sols sont très importants puisqu'ils représentent, pour Wakwa, mais également pour l'Adamaoua, la majeure partie des pâturages, même si, comme nous l'avons vu, leurs caractéristiques physiques ne permettent pas les aménagements, les semis ou les plantations, au risque de dégradation et surtout d'érosion.

3.5.2. Les sols basaltiques

3.5.2.1. Caractéristiques

Les sols ferrallitiques typiques rouges, sur roches basiques (sols basaltiques) sont également bien représentés à la station fourragère de Wakwa. Ils entourent le lac artificiel récupéré sur d'anciens sols hydromorphes qui permet aux animaux de s'abreuver très facilement de façon permanente.

Mais des épanchements basaltiques d'époques différentes sont issus des sols distincts qui cependant s'apparentent de façon évidente.

Ainsi ont été distingués les sols sur basaltes anciens (sols basaltiques rouges) et les sols sur basaltes récents (sols basaltiques foncés).

Tab. 6

Analyse des sols de Wakwa (20 premiers cm)
(Institut Mondial du Phosphore / GERDAT)

N° Analyse	190	191	192	193
Localisation Type de sol	WAKWA Basaltique Rouge	WAKWA Basaltique Foncé	WAKWA Granitique	WAKWA Granitique Bas de pente
Analyse d'argile				
Montmorillonite				
Vermiculite			+	+
Clorite	++	++		
Illite				
Kaolinite	+++	+++	+++	+++
Gibbsite	+	+	+	+
Goethite	+	+		
Hematite				
Al total o/oo	159,71	153,25	152,93	133,29
Fe total	74,92	72,82	45,80	30,53
Al extractible	0,47	0,25	0,22	0,29
Fe libre	39,75	46,0	21,88	21,0
Granulometrie %				
Terre fine	100	100	100	100
Argile	66,0	61,5	37,7	30,7
Limon	11,5	12,5	7,2	11,8
Sable très fin	5,3	5,3	2,9	7,3
Sable fin	4,1	4,2	6,8	11,3
Sable grossier	13,1	16,1	45,4	38,9
Carbonate (CO ₃ Ca)	-	-	-	-
Matière organique %	3,11	4,95	3,68	2,12
Carbone %	1,81	2,88	2,14	1,23
Azote total o/oo	1,04	2,30	1,44	0,80
Rapport C/N	17	13	15	15
Phosphore				
Total ppm (perchlorite)	625	810	500	390
Assimilable ppm (olsen)	26	92	39	30
Milliéquivalent pour 100 grammes de sol (me/100g)				
Ca	1,80	3,80	1,22	0,68
Mg	1,02	2,52	0,59	0,32
K	0,33	0,63	0,32	0,25
Na	0,01	0,01	0,01	0,01
Somme des bases (S)	3,16	6,96	2,14	1,26
Capacité d'échange Cationique (CEC)	12,10	13,90	4,10	4,00
Saturation $v = \frac{S \times 100}{CEC}$	26 %	50 %	52 %	32 %
PH eau	5,55	5,45	5,70	5,15
PH KCl	4,15	4,50	4,35	4,05

Les premiers correspondent aux caractères décrits plus haut (parag. 3.4.3) alors que les seconds ont été formés à partir de basaltes récents dont les épanchements ont probablement été échelonnés sur plusieurs périodes du quaternaire. Ceux de Wakwa étant probablement de moins fraîche date que ceux issus de cratères formant encore de petits cônes bien visibles et bien conservés dans les environs des chutes de la Vina à l'Est de Wakwa.

3.5.2.2. Les sols basaltiques rouges

Ces sols se manifestent en premier par leur couleur foncée, allant du brun-noir au brun-rouge et souvent une belle structure physique grumeleuse à grenue. Ceux de la Station sont plutôt du type "rouge", plus évolués que ceux du type "noir".

La granulométrie diffère généralement des sols "basaltiques noirs" par une teneur en limon un peu supérieure (30 p.cent au lieu de 20 p.cent) alors que ceux des autres éléments sont du même ordre.

Ces sols sont souvent caractérisés par une très forte teneur en argile, une faible teneur en matières organiques et une carence en phosphore.

3.5.2.3. Les sols basaltiques foncés

Leur richesse en matière organiques est supérieure à celle des sols basaltiques rouges (2,9 p.cent de C au lieu de 1,8 p.cent et 2,3 p.cent de N au lieu de 1,0 p.cent) et surtout les éléments échangeables sont supérieurs (cf. tab. 6).

Les sols basaltiques foncés montrent donc, surtout pour les moins évolués, une certaine richesse chimique, une structure physique meilleure et des taux de matières organiques qui leur confèrent une fertilité certaine et intéressante pour des cultures en saison des pluies.

Cependant, le bilan hydrique y est mauvais en saison sèche. Dans une région où celle-ci dure 4 à 5 mois, la perméabilité de ces sols et leur drainage les rend inaptes à la culture en dehors de la saison pluvieuse sans un travail profond du sol et l'emploi d'espèces fourragères résistant à la sécheresse (légumineuses à racines pivotantes).

3.5.3. Les cuirasses

Une partie de la Station est constituée par des "cuirasses" mises à nu par l'érosion dans la zone de transition entre les sols basaltiques et les sols granitiques.

Elles forment, sur le pourtour du plateau de basalte ancien, une petite falaise surplombant la zone granitique. Cette situation apparaît nettement sur la carte de la Station (fig. 2).

Là où la cuirasse devient apparente, la zone est impropre à toute exploitation de par la disparition du couvert végétal et, même si un faible couvert subsiste, le relief ne permet pas aux bovins d'y accéder.

3.5.4. Les sols hydromorphes

Sur la Station fourragère sont représentés également des sols hydromorphes, mais de faible étendue depuis que ceux-ci ont été recouverts par un plan d'eau retenu par un petit barrage artificiel.

Seule une frange de sol de quelques mètres autour du lac a un caractère hydromorphe, mais elle ne peut guère être comparée aux plaines marécageuses de l'Adamaoua, très souvent consécutives à des barrages volcaniques et très diverses quant à leur régime hydrique et leurs richesses chimiques (Laplante et Bachelier, 1953).

Cependant, cette frange est suffisante pour y tester des espèces fourragères introduites qui pourraient être utilisées pour l'aménagement des sols hydromorphes de l'Adamaoua.

3.6. Le peuplement (d'après Boutrais et al, 1980, et Boutrais, 1983)

La principale caractéristique du peuplement du plateau de l'Adamaoua est sa faible densité (336'000 habitants pour les 55'400 km² de la province de l'Adamaoua, entité administrative camerounaise, soit 6 habitants/km²). De cette population, moins de la moitié est enregistrée dans des chefs-lieux administratifs, ce qui veut donc dire que la densité de la population rurale se situe autour de 2,5 habitants/km², ce qui est extrêmement faible.

Le peuplement rural se dispose généralement dans des petits villages de 100 à 150 habitants, le long des grands axes routiers, surtout entre Banyo et Meiganga et autour de Ngaoundéré où la majeure partie des habitants exerce une activité agricole (52 p.cent) en cultivant les produits vivriers traditionnels (mil, sorgho, manioc, patate douce), mais où la culture du maïs et de l'igname, devenues des cultures de rente, prend de plus en plus d'importance.

D'après les différentes statistiques les plus récentes et les recouplements, la population d'éleveurs recensée en zone rurale représente un peu plus de 20 p.cent de cette population rurale.

Cette population d'éleveurs est répartie entre les éleveurs de bétail Foulbé, les cultivateurs non-Foulbé possédant du bétail et les éleveurs de bétail Mbororo.

Les Foulbé possèdent du bétail et accordent à l'agriculture une moindre importance (elle dépend en fait de la taille des troupeaux).

Ils sont concentrés dans l'Est et le Nord-Est autour de Ngaoundéré. On trouve des centres secondaires de Martap à Danfili et au pied des collines Tschabel Mbabo de Djem à Cassanguel. Les Foulbé sédentaires sont les plus importants éleveurs de bétail à plein temps; ils utilisent pour la culture des champs une main-d'oeuvre rémunérée. Autre groupe d'éleveurs à plein temps, les Foulbé semi-sédentaires qui ont établi un camp fixe pour la saison des pluies, généralement sans champs réservés pour la culture, et qui partent en transhumance pendant la saison sèche.

Un petit groupe de cultivateurs non-Foulbé sont aussi propriétaires de bétail acheté avec l'excédent de revenu procuré par l'agriculture. Des troupeaux sont confiés à des gardiens rémunérés et représentent une activité secondaire par rapport aux activités agricoles.

Un dernier type de cultivateurs, ceux qui possèdent des charrues avec attelage (principalement dans le N.E.) doit être compris dans ce groupe.

Les Mbororo constituent un groupe d'éleveurs de bétail très important, ils s'y consacrent à plein temps. Ils représentent 10 p.cent de la population, mais possèderaient 33 p.cent du bétail.

La taille moyenne d'un troupeau Mbororo est de 101 animaux soit 19 têtes par personne. Ces éleveurs comptent uniquement sur la production de leurs troupeaux, méprisant la culture, même s'ils restent dans un campement de saison des pluies plusieurs années consécutives, ou bien s'ils transhument seulement pendant la saison sèche. En général, ce groupe de population est très mobile. Les Mbororo changent facilement d'endroits, quand les pâturages ou bien les conditions socio-économiques (taxes, soins vétérinaires, voisinage hostile) ne leur conviennent pas. Contrairement aux éleveurs Foulbé sédentaires qui ne vendent aucun excédent de lait, les Mbororo essaient d'augmenter le revenu de leurs troupeaux en échangeant du lait contre de la nourriture.

On peut donc constater que les éleveurs constituent une faible part de la population rurale et totale, ce qui entraîne une faible densité d'éleveurs pour le Plateau et vu le nombre assez normal de têtes de bétail par éleveur, une densité assez faible d'animaux.

Cette faible occupation du terrain n'est pas toujours un avantage pour l'élevage et serait même le contraire selon Boutrais (1983). Nous verrons pourquoi au chapitre suivant.

3.7. L'Elevage (D'après Boutrais et al, 1980 et Boutrais, 1983)

3.7.1. Les effectifs du bétail

La très récente campagne de vaccination contre la peste bovine qui avait atteint le plateau de l'Adamaoua a permis de recenser un peu plus d'un million de têtes de bovins dans la Province de l'Adamaoua. Avec les omissions, les animaux non vaccinés et les parties centrafricaines et nigérianes du Plateau, on peut estimer le cheptel bovin à 1'600'000 têtes. Les moutons sont estimés à 450'000 têtes et les chèvres à 375'000 (Atlas du Cameroun, 1980)

Les plus grands troupeaux de bovins (1'600 têtes pour un seul propriétaire) appartiennent souvent aux commerçants des villes et aux bouchers. Tous les troupeaux ne sont pas élevés pour la vente, quelques uns sont réservés pour la reproduction. Des Mbororo prospères, principalement les Ardos, possèdent également de grands troupeaux. Dans la plupart des cas, la taille des familles et en particulier de nombre de fils correspondent étroitement au nombre de bêtes.

Les Foulbé possèdent en moyenne des troupeaux de 71 têtes, soit 17 têtes par personne. Les Mbororo, nous l'avons vu, possèdent des troupeaux un peu plus importants.

3.7.2. Système pastoral traditionnel

Le système d'élevage traditionnel est basé sur les pâturages naturels. Pendant la saison des pluies, les troupeaux de l'Adamaoua restent sur leurs pâturages d'attache. Même les Mbororo sédentaires ne bougent pas, l'herbe étant grandement suffisante pour assurer la nourriture du bétail. La transhumance pendant la saison sèche s'effectue en deux étapes : au commencement de la saison sèche, les troupeaux se concentrent souvent dans les vallées des rivières, à la fin ils se dispersent, sont plus mobiles et partent à la recherche de pâturages. Cependant les déplacements

dépassent rarement 200 km. Chez les propriétaires de troupeaux pratiquant la culture, des variations s'observent, liées soit à la culture du maïs fournissant des chaumes broutés avant la période de transhumance, soit à la culture du mil (dans ce cas ce sera après la période de transhumance). Par contre, dans le district de Galim-Barbaya, la transhumance s'effectue pendant la saison des pluies, les troupeaux sont alors sur les pâturages des montagnes Tschabbal Mbabo; pendant la saison sèche, ils restent à proximité des villages.

Ce système est schématisé dans la figure 11.

Mais les choses ne sont pas aussi simples .

3.7.3. Les perturbations dues à la mouche Tsé-Tsé

Autrefois, pendant la saison sèche, les troupeaux se déplaçaient vers le Bas pays, au Nord de l'escarpement. C'est dans cette frange Nord qu'en 1955, la mouche Tsé-Tsé (vecteur de la trypanosomiase) commença à perturber l'économie pastorale, ramenant les troupeaux à l'Ouest, au Sud et à l'Est, parfois même à l'extérieur de l'Adamaoua et ce jusqu'en 1979.

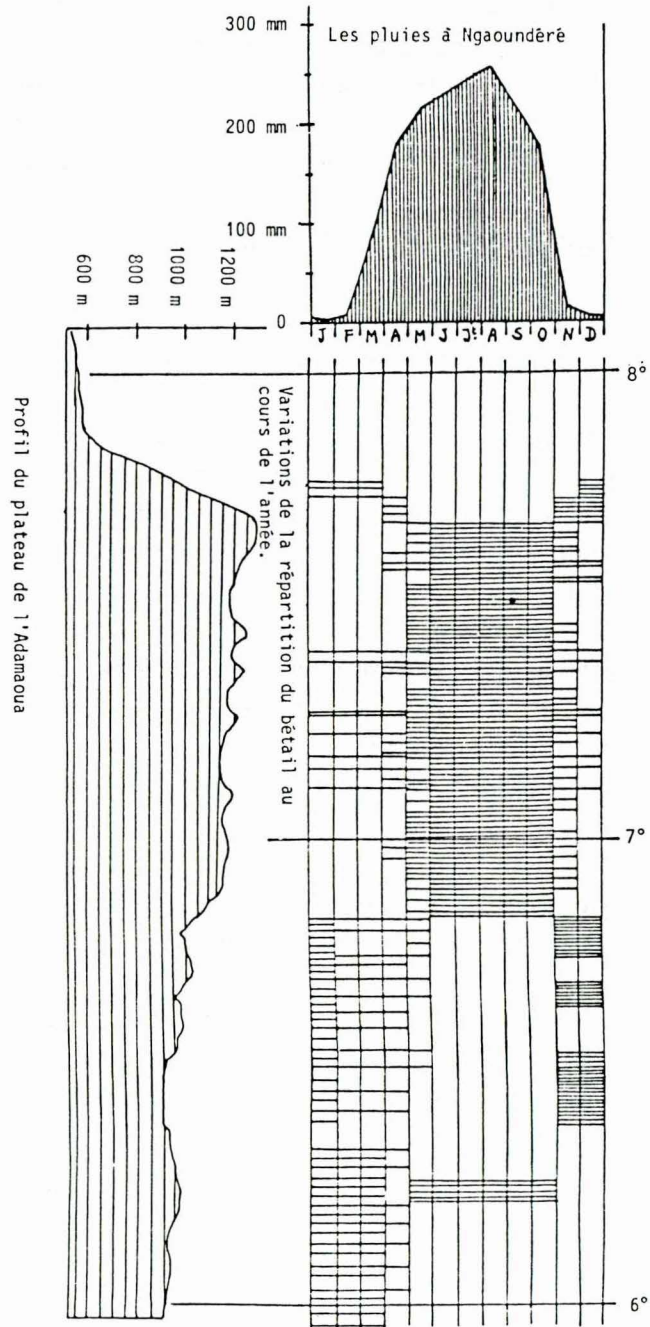
Dans de nombreux cas, le nombre de bêtes a été réduit à seulement 10-20 p.cent du total initial. En même temps et par contraste, on a observé une extraordinaire concentration de bétail dans les zones non infestées par la mouche Tsé-Tsé pendant la saison des pluies. Ceci conduit à une érosion du sol par suite de la surcharge dans les secteurs de concentration du bétail. Il faut aussi noter que ce n'est pas seulement la population concernée par l'économie pastorale qui a dû quitter la région infestée, mais aussi la population se consacrant à la culture qui vendait ses produits aux éleveurs.

Les propriétaires des petits troupeaux ont été les plus durement affectés quand la mouche Tsé-Tsé a envahi la région. Ils étaient contraints de rester sur place à cause de leurs champs et ne pouvaient installer ailleurs leurs troupeaux.

Fig. 11

Schéma du système pastoral traditionnel

Répartition des troupeaux en fonction du temps et de l'espace sur le Plateau de l'Adamaoua
(D'après Boutrais, 1980; cf. expl. § 3.7.2)



3.7.4. La répartition du bétail

De par la présence de différentes ethnies, de différents types d'éleveurs, des perturbations dues à la mouche Tsé-Tsé et d'autres facteurs secondaires (voies d'accès, relief, etc.) la répartition du bétail est, on s'en doute, très inégale.

Les statistiques, les nombreuses enquêtes sur le terrain réalisées par Boutrais de 1973 à 1983 et des comptages aériens ont permis de bien connaître cette répartition.

Les zones envahies par les glossines - Nord-Ouest du Plateau, autour de Tignère qui, vers l'Est (Ngaoundéré) et vers le Sud et le Centre (Ngaoundal), ont été lentement vidées de leur population et de leur élevage. Ces populations et leurs troupeaux se sont concentrés sur d'autres pâturages : alentours de Ngaoundéré et de Tibati, zone de Meiganga et Extrême-Est du Plateau en République Centrafricaine.

D'après quelques statistiques récentes des services du ministère de l'Elevage et des Industries animales du Cameroun, certains secteurs, dans les arrondissements de Ngaoundéré et de Tibati supportent, en saison des pluies, entre 70 et 220 têtes de bétail par km^2 (0,7 à 2,2 têtes par hectare) alors que dans des systèmes d'exploitation améliorés, sur pâturages naturels et en particulier à la station de recherches zootechniques de Wakwa, on entretient, au maximum et sans dommage, entre 0,5 et 1 tête par hectare.

L'abandon de certaines zones et les concentrations très élevées dans d'autres provoquent de très importantes modifications du milieu et en particulier de l'écosystème pâturé.

Si, dans les zones abandonnées, après dix ou vingt années de repos, les pâturages qui avaient été surpâturés et souvent dégradés ont retrouvé leur productivité d'antan, les zones actuellement surchargées connaissent une rapide dégradation dont on peut aisément observer les effets : perte de productivité du pâturage due à l'épuisement des espèces et au remplacement des espèces productives par d'autres moins productives (photo 3), dénudation du sol (photo 4), envahissement par les ligneux (photo 5) sous lesquels se développe une flore herbacée non appréciée (fougères, etc.).

Ces pâturages dégradés ne supportant plus leur charge initiale sont à leur tour abandonnés pour d'autres qui, à leur tour, sont surchargés.

Il s'ensuit donc, depuis quelques années, une accélération des dégradations. Letouzey (1968) estimait que près de 30 p.cent de la superficie des pâturages de l'Adamaoua étaient nettement surpâturés et dégradés; depuis, la situation a dramatiquement évolué.

Si la lutte contre la trypanosomiose animale a pu être efficace pendant de nombreuses années, grâce à une chimiothérapie menée par les services vétérinaires, celle-ci n'était plus suffisante.

Depuis 1976, l'éradication des glossines, qui avaient envahi le Plateau, a été entreprise et se poursuit.

Mais la salubrité des pâturages elle-même dépend d'un peuplement rural suffisant pour assainir le milieu et arrêter la progression des mouches Tsé-Tsé (Boutrais, 1983) et nous avons vu que la densité de population était très faible. Une pression démographique comprise entre 2 et 5 habitants au km² lui semble nécessaire et nous avons vu que les campagnes de l'Adamaoua se situent en-dessous de ce seuil.

Mais si un sous-peuplement rural semble, à priori, favorable pour l'élevage (les animaux ont à leur disposition toutes les terres et ne gênent pas les agriculteurs), il s'ensuit souvent une certaine insalubrité des pâturages car l'élevage dépend aussi d'une intervention préalable des cultivateurs pouvant se traduire par une modification du couvert végétal, dans le sens d'un éclaircissement de la strate ligneuse ou, du moins, pour éviter l'envahissement des pâturages par cette dernière, grâce aux prélèvements que font les populations pour se procurer du bois de feu et par les défrichements.

Mais surtout les éleveurs ont besoin des agriculteurs pour commercer et se procurer leur nourriture. Sans une densité d'agriculteurs assez élevée, les échanges sont aléatoires.

D'autre part, Boutrais pense que si la pression démographique est trop élevée et dépasse le seuil de 5 habitants au km², les éleveurs et les

agriculteurs se concurrencent pour l'occupation et l'utilisation du sol, d'où des conflits incessants, surtout entre éleveurs stricts (Mbororo) et agriculteurs ou éleveurs dont les troupeaux sont mal gardiennés.

Les effets et l'utilisation éventuelle des différents facteurs influençant l'écosystème pâturé (feux, mises en repos, rotation, fauche, dessouchage, etc.) ont été étudiés et analysés pour aboutir à l'établissement de modèles d'exploitation, normes de chargement et d'amélioration de la productivité de l'élevage par l'introduction éventuelle d'espèces permettant la production de fourrages de meilleure qualité en plus grande quantité.

Ce sont les résultats de ces observations et de ces analyses que nous présentons au chapitre IV.

3.7.5. La modernisation de l'élevage

On assiste donc actuellement, de part l'action d'éradication de la mouche Tsé-Tsé, à la volonté du gouvernement de repeupler les zones abandonnées et de moderniser l'élevage et l'agriculture.

Les zones assainies vont donc pouvoir être recolonisées, mais il ne faut pas que l'on assiste aux mêmes processus de dégradation et au retour des glossines.

D'autre part, la modernisation se réalise, en partie, par la création de ranches privés ou gérés par l'Etat. Ici non plus il ne faut pas échouer.

La redistribution de la population et la modernisation du monde rural ne peuvent donc se faire dans l'anarchie ou en bousculant l'écologie. C'est donc pour aider les autorités et en premier lieu les responsables de l'élevage, que la Station de Recherches Zootechniques de Wakwa et particulièrement sa section agro-pastorale, depuis 1954, s'est attelée à un travail d'étude des formations naturelles.

3.8. La végétation

3.8.1. Les types physiologiques du Plateau

Le plateau de l'Adamaoua est couvert essentiellement, soit à plus de 90 p.cent de savanes arbustives ou arborées claires à Daniellia oliveri et Lophira lanceolata (Letouzey, 1968). Cet aspect physiologique de la végétation est entretenu par des facteurs anthropiques et particulièrement zooanthropiques que sont les feux et le pâturage.

Il a été montré par Piot (1969a) et par Rippstein et Boudet (1977) que les facteurs géographiques et écologiques principaux et en particulier le climat à tendance subéquatoriale, en l'absence de feux et de pâture, favorisent l'installation de la savane arborée pouvant évoluer vers la forêt claire.

Les hypothèses divergent cependant quant à l'origine de la modification profonde de la végétation du Plateau qui en a fait une zone privilégiée pour l'élevage.

Letouzey (1969) considère que le plateau de l'Adamaoua se trouvait recouvert d'une forêt semi-décidue à affinités xériques (à Anogeissus leiocarpus et Isoberlinia doka) dont il reste quelques reliques près de Tignière et à la périphérie méridionale du Plateau, près de Yoko, forêts que l'on trouve au Nord du Plateau et au Sud de Garoua, dans la vallée de la Bénoué.

D'autres auteurs (Keay, Miège, in Letouzey, 1968, p. 286), considèrent que les savanes à Daniellia et Lophira, dont l'Adamaoua est un exemple, sont des savanes "subsoudaniennes" provenant, par dégradations dues aux défrichements et aux feux, d'une forêt claire préexistante.

Cette seconde hypothèse semble peu vraisemblable et des expériences relevées par Adjanooun (1964) en Côte d'Ivoire tendent à le démontrer. Le faible peuplement de l'Afrique et en particulier de l'Adamaoua n'aurait pas permis de tels défrichements.

Il semble plutôt établi que l'Afrique a connu des modifications climatiques profondes au Quaternaire, et qu'au cours du dernier épisode sec, les forêts claires et savanes associées se sont étendues pour parvenir jusqu'à la mer.

A cette période sèche a succédé une période humide qui persiste encore aujourd'hui, mais la reconquête par la végétation forestière est retardée ou enrayée par l'action de l'homme et particulièrement par les feux.

L'hypothèse d'un climat plus sec en Adamaoua est corroborée par la pédologie et la présence de cuirasses ferrugineuses caractéristiques d'une pédogenèse sous climat soudanien (Humbel, 1971).

Si la végétation de l'Adamaoua semble jouir, à première vue, d'une grande homogénéité physionomique, on peut cependant distinguer, à l'instar du climat, entre la cote 800 m au Sud qui marque la limite des formations forestières semi-décidues de type guinéen, à la "falaise" au Nord qui marque assez fidèlement la limite méridionale de l'aire d'extension des savanes soudaniennes, plusieurs domaines phytogéographiques; on observe ainsi un gradient du peuplement boisé allant, dans les parties méridionales, de formations forestières congo-guinéennes aux formations à affinités soudaniennes à Anogeissus, en passant, au Centre, par les savanes arbustives et arborées à Daniellia et Lophira où se situe la zone d'élevage proprement dite. Ces deux dernières formations font partie, selon Letouzey (1968), de la région phytogéographique soudano-zambézienne.

3.8.2. Les formations végétales

Dans une étude récente d'aménagement de l'Adamaoua à laquelle nous avons participé (Boutrais et al., 1980), nous avons pu distinguer, dans les domaines décrits plus haut, les différents types de formations suivantes :

- formations herbeuses des zones inondées
- formations sur cuirasses
- savanes arbustives
- savanes arborées claires

- savanes arborées et arbustives
- savanes densément arborées
- forêt claire
- forêt dense.

Cette classification est basée sur la densité du couvert ligneux car celle-ci reflète assez fidèlement les potentialités pastorales des parcours, la biomasse herbacée aérienne étant en effet inversement proportionnelle à l'importance du couvert ligneux, comme nous le verrons plus loin (tab. 12).

Dans cette classification, nous pouvons d'autre part différencier les formations ayant de l'intérêt pour l'élevage, et qui concernent plus particulièrement notre étude, et les autres, moins importantes, soit les formations sur cuirasses et la forêt dense.

3.8.2.1. Les formations importantes pour l'élevage

Les formations herbeuses strictes des zones inondées

Celles-ci comprennent deux faciès : les prairies aquatiques à inondations permanentes et la savanes herbeuses inondables non permanentes.

De surface limitée, ces formations ont cependant une grande importance pour l'élevage, car non seulement les animaux peuvent s'y abreuver, mais surtout ils peuvent y pâturer des espèces ou des repousses toujours vertes, de bonne valeur nutritive; la production y est souvent très élevée.

Dans le premier faciès, les espèces graminéennes les plus fréquentes sont Echinochloa stagnina et E. crus-pavonis, Oriza longistaminata, Leersia hexandra, Vossia cuspidata accompagnées par de nombreuses hydrophytes flottantes ou immergées : Stellaria inflexa, Utricularia spp., Nymphaea spp., Nymphoides indica, Eichhornia natans, etc.

Le second faciès fait immédiatement suite au précédent. On le rencontre sur tout le Plateau, mais l'exemple le plus considérable est situé à l'Est de Ngaoundéré, au lieu dit "marais de la Vina". Il trouve aussi un développement important le long des grands cours d'eau.

on y rencontre les grandes Hyparrhenia (H. diplandra, H. rufa), Schizachyrium platyphyllum et S. brevifolium, Setaria sphacelata, Sporobolus pyramidalis, Loudetia spp, Paspalum virgatum, ainsi que de nombreuses cypéracées (Fimbristylis dichotoma, Cyperus zollingeri, C. haspan, etc.).

Un cas particulier de cette formation est le faciès ripicole à Pennisetum purpureum (Sissongo) situé surtout dans la partie méridionale du Plateau, le long des grands cours d'eau déboisés. Il assure, avec les Hyparrhenia qui se développent sur les terrasses supérieures, une grande partie du potentiel pastoral de saison sèche, d'où le fait que cette zone soit un lieu de prédilection pour les transhumances.

Les savanes arbustives

Caractérisé le plus souvent par l'importance de l'embuissonnement, ce type de formations est extrêmement répandu sur la totalité de l'Adamaoua. D'une manière générale, ces savanes affectionnent les sols profonds et riches et s'installent donc préférentiellement sur les substrats basaltiques (région Est de Ngaoundéré). La prolifération des espèces arbustives entrave considérablement le développement des graminées.

L'absence ou la rareté des grands arbres y est liée soit au déboisement (à fins culturales) dans le cas des zones jachères, soit à une utilisation régulière et efficace des feux de brousse.

Ce type de savane n'est pas l'élément essentiel sur le Plateau : c'est un faciès de transition maintenu artificiellement qui cède le pas très rapidement aux formations arborées et forestières en l'absence de facteurs zooanthropiques permanents.

Les espèces les plus fréquentes sont :

- *Syzygium guineense* var. *macrocarpum*
- *Hymenocardia acida*
- *Steganotaenia fraxinifolia*
- *Allophyllus africanus*
- *Piliostigma thonningii*
- *Cussonia arborea* (Syn. = *C. barteri*)
- *Terminalia macroptera*.

Savanes arborées claires

Ces formations dominent très largement l'ensemble de la région considérée. Ce sont elles qui impriment à l'Adamaoua sa physionomie particulière. L'essence dominante est *Daniellia oliveri*, dont le système de racines en plateau s'accommode bien des sols peu épais et que l'on observe donc fréquemment sur les sols granitiques ou cuirassés.

Elle se partage généralement la première place avec *Lophira lanceolata* et plus rarement avec *Burkea africana* dans des faciès localisés où cette dernière peut former alors des peuplements assez importants et quasiment monospécifiques. (*Lophira* est cependant absent sur sols issus des roches basaltiques récentes).

La vocation pastorale des savanes arborées est marquée par une abondance du couvert herbacé et la présence de grandes *Hyparrhenia* qui permettent le passage des feux et ainsi de limiter le couvert ligneux.

Une destruction par surpâturage de ce tapis herbacé provoque une diminution de la violence des feux et conduit inmanquablement à des faciès de dégradation embuissonnés puis forestiers (Rippstein, Boudet, 1977).

Les savanes arbustives et arborées

Ce type correspond le plus souvent aux premières formes de dégradation du précédent et précède généralement une évolution rapide vers une formation forestière.

La cohabitation des deux strates traduit cette évolution, tandis que le passage des feux devient aléatoire, puis de plus en plus rare. La disparition des grandes Hyparrhenia héliophiles précipite le phénomène et l'ensemble acquiert la physionomie forestière (sous-bois à fougères, etc. Photos 5,6).

Les savanes densément arborées

Cet ensemble, particulièrement bien représenté dans la région de Meiganga, constitue le terme ultime qui précède la forêt claire. Son cortège floristique peut être très varié dans la mesure où ces formations se rencontrent dans plusieurs ensembles biogéographiques :

- "forêt sèche" soudanienne (Hossere Djinga...)
- faciès à Burkea africana (route de Tibati à Meiganga...)
- "forêt" à Erythrophloeum, Albizzia zygia, etc... (région de Tibati)

Cette diversité souligne par ailleurs le côté artificiel de la classification qui, rappelons-le, n'a été choisie que par son caractère pratique et particulièrement adapté au contexte de cette étude.

La forêt claire

Ce type ultime où les cimes des arbres deviennent jointives se rencontre localement sur les pentes abruptes (là où il n'a pas été possible de déboiser pour cultiver), et au niveau des îlots de reforestation de type "guinéen" à Fagara tessmannii et Harungana madagascariensis.

Enfin, localement, les ensembles précédemment décrits sous la rubrique des savanes densément arborées peuvent présenter des îlots de forêt claire là où les arbres sont les plus serrés (c'est fréquemment le cas des faciès à Albizia zygia, A. coriaria, de la région de Tibati).

Le gradient ouest-est

Dans son étude phytogéographique et la carte de la végétation du Cameroun au 1/200'000, Letouzey (1968 et à paraître) relève, d'autre part, surtout dans la région soudano-zambézienne (de loin la plus représentée en Adamaoua), une série de "faciès" caractérisés par la présence d'espèces ligneuses. Il estime, en effet, que le comportement du tapis herbacé est strictement lié à l'intensité du pâturage et au feu, alors que la strate ligneuse manifeste une bien plus grande indépendance à ces facteurs.

Ainsi, il distingue les "faciès" suivants :

- au centre du Plateau et au Nord de Tibati, le "faciès" à Terminalia macroptera

- vers MBang (à l'Ouest du Plateau, au Sud et à l'Est de Meiganga, le "faciès" à Terminalia mollis
- autour et au Sud de Tibati, un "faciès" à Pithecellobium eriorachis.

Cependant, les relevés de la végétation ligneuse de Letouzey (1968) montrent une différence d'Ouest en Est qui correspond à la modification du climat devenant plus sec selon cet axe. Cette différence est concrétisée par un appauvrissement du nombre d'espèces selon ce gradient et la présence d'espèces à l'Ouest qui deviennent moins fréquentes à l'Est : Albizia zygia, Amblygonocarpus andongensis, Cassia petersiana, Croton macrostachyus, Dichrostachys glomerata, Ficus ingens, Ficus ovata, Ficus vallis-choudae, Ochna schweinfurthiana, Sapium ellipticum, Swartzia madagascariensis, Trichilia roka, Ximenia americana.

On retrouve la plupart de ces espèces vers le Nord du Plateau (Tignère, Ngaoundéré, Baïbokum) dans une zone plus sèche mais plus élevée.

3.8.2.2. Les formations secondaires pour l'élevage

La végétation sur cuirasses

Le terme de savane devient impropre dans ce cas précis dans la mesure où l'essentiel des espèces herbacées rencontrées dans ces formations est constitué d'annuelles. Ce sont des ensembles pastoraux très pauvres qui sont délaissés par les éleveurs ou rapidement parcourus.

En fonction du degré d'hydromorphie de ces sols on observe :

- dalles inondables (chutes du Tello) avec :
 - Loudetia annua
 - Diheteropogon hagerupii
 - Sporobolus spp
 - Cyperus spp

Loudetia cf. kagerensis
Loudetia simplex
Schizachyrium sanguineum (Syn.: S. semiberbe)
Eragrostis sp.
Bulbostylis sp .

etc.

- cuirasses perchées arides (région de Minim, Martap)

Ctenium newtonii
Diheteropogon hagerupii
Schizachyrium sanguineum
Sporobolus spp.
etc.

Il convient de noter que ce dernier faciès présente le plus souvent un couvert inférieur à 10 p.cent qui parachève la physionomie "sahélienne" d'un ensemble biogéographique nettement septentrional.

Les forêts denses

Ces formations que l'on rencontre sur tout le Plateau se limitent généralement à une frange le long des cours d'eau. Mais des étendues de couverts très boisés plus importantes se sont également développées dans des zones surpâturées où les espèces forestières telles que Fagara tessmannii et Harungana madagascariensis dominent largement (évolution de la forêt claire).

Ces formations ont un rôle négatif pour l'élevage car elles sont généralement des gîtes à glossines.

Les jachères

Celles-ci prennent de plus en plus d'extension (augmentation et mobilité des populations) avec, au départ, des adventices appartenant à toutes les familles (Bille, 1964) :

Asystasia gangetica
Justicia flava
J. insularis
Amaranthus spinosus
Alternanthera spp.
Cyathula prostrata
Pandiaka elegantissima (Syn.: *P. cylindrica*)
Aspidoglossum angustissimum
Cassia absus
Murdannia simplex
Evolvulus alsinoides
Acanthospermum hispidum
Bidens pilosa
Chrysanthellum americanum
Crassocephalum rubens
Erigeron bonariensis
Vernonia spp.
Cyperus amabilis
Mariscus squarrosus (Syn.: *M. aristatus*)
Haumaniastrum caeruleum
Plectranthus glandulosus
Leonotis africana
Kosteletzkia grantii
Sida spp.
Antherotoma naudini
Alysicarpus glumaceus
Indigofera spicata
Sphenostylis stenocarpa
Borreria scabra
Diodia scandens

Datura stramonium

Physalis micrantha

Triumfetta pentandra,

pour ne citer que les plus fréquentes.

Ces adventices sont remplacées, après deux ou trois ans de repos, surtout par les poacées suivantes :

Imperata cylindrica

Pennisetum polystachion (Syn.: *P. subangustum*)

Rottboellia cochinensis (Syn.: *R. exaltata*)

Rhynchelytrum repens (Syn.: *R. roseum*)

Pennisetum unisetum (Syn.: *Beckeropsis uniseta*)

Andropogon gayanus.

3.8.3. La strate herbacée (les pâturages)

Letouzey (1968) nous l'avons vu § 3.8.1. , considère que la composition du tapis herbacé est étroitement liée aux facteurs anthropiques. Selon l'importance et surtout l'intensité des facteurs biotiques, et particulièrement du pâturage par les bovins, il classe les pâturages de l'Adamaoua en quatre catégories ou plutôt quatre zones suivantes :

- zones de pâturage permanent intensif
- zones de pâturage permanent, mais moins intense
- zones de pâturage de saison sèche
- zones sans pâture.

Cette classification, assez sommaire, peut convenir pour une première approche de la connaissance des pâturages de l'Adamaoua, mais elle a le gros inconvénient de déterminer des zones évolutives. Elle permet cependant de saisir le problème de l'ampleur de la dégradation des pâturages car elle est issue d'observations au sol et de l'étude des photos aériennes.

3.8.3.1. Les zones de pâturage permanent intensif

Issu de pâture permanente intensive, provoquant une forte érosion du sol, le tapis graminéen arasé et dégradé est constitué d'Hyparrhenia diplandra, Hyparrhenia rufa et Panicum phragmitoides avec refus d'Urelytrum thyrsoioides et, çà et là, de Sporobolus pyramidalis et Chloris pycnothrix; ces dernières étant indicatrices d'une importante dégradation.

Ces poacées sont accompagnées par un grand nombre d'espèces non graminéennes et certaines espèces ligneuses (Harungana madagascariensis, Fagara tessmannii s'y multiplient rapidement, favorisées en ceci par l'absence de feu due à une biomasse herbacée épigée faible ou inexistante.

Ces zones qui couvrent près de 30 p.cent de l'Adamaoua, sont entièrement dégradées avec, sur les pentes de plus de 2 p.cent, des taches de sol dénudé et des taillis arbustifs d'origine pastorale qui couvrent plus de 80 p.cent du sol (photo 6).

On trouve ces zones surtout autour et à l'Est de Ngaoundéré, vers Bélel, autour et au Nord de Meiganga ainsi que dans la région de Banyo.

3.8.3.2. Les zones de pâturage modéré permanent

Ces zones sont dominées également par Hyparrhenia diplandra, Hyparrhenia rufa et Panicum phragmitoides. Les phénomènes de dégradation sont moins marqués; les espèces graminéennes sont encore abondantes, mais le sol y est peu dégradé.

Localisées autour de Tignère, au Sud et à l'Ouest de Ngaoundéré ainsi qu'autour de Meiganga, ces zones couvrent 25 p.cent du Plateau.

3.8.3.3. Les zones de pâture de saison sèche

Le tapis herbacé bien développé est dominé par Loudetia arundinacea (30 p.cent), Hyparrhenia rufa (30p.cent) et Panicum phragmitoides. Le feu précoce y est intense et annuel.

Les espèces graminéennes y prennent une beaucoup plus grande importance que les non-graminéennes et la strate ligneuse n'y est pas envahissante.

Ces zones représentent près de 25 p.cent de la superficie.

3.8.3.4. Zones encore vierges

Dans les zones où la pâture est pratiquement absente, le tapis herbacé est

ccomposé essentiellement de Andropogon spp, Hyparrhenia rufa et Panicum phragmitoides.

Ces zones encore très représentées avant 1980 à l'Ouest se réduisent rapidement. En effet, l'action d'éradication de la mouche Tsé-Tsé, dont la présence, nous l'avons vu, rendait l'élevage impossible, se poursuit actuellement et permettra aux éleveurs d'exploiter ces pâturages qui avaient été abandonnés.

Outre ces quatre groupements, Letouzey (1968) distingue encore :

- les prairies à Sporobolus africanus des zones montagneuses de l'Ouest auxquelles peuvent s'ajouter celles de la région de Goungel autour du ranch de la Compagnie Pastorale, à l'Est de Ngaoundéré
- les prairies soudaniennes hydromorphes (déjà décrites § 3.8.2.1.)
- les prairies sur cuirasses (décrites § 3.8.2.2.).

Ces prairies couvrent 10 à 15 p.cent du Plateau, mais, mis à part les premières, elles ont une importance secondaire pour l'élevage.

3.8.3.5. Les formations herbacées de l'extrême-Est

Ce secteur du plateau de l'Adamaoua a été particulièrement étudié par Sillian (1958) et surtout par Bille (1964 et 1967).

Ce dernier observe également l'indépendance du tapis herbacé envers les variations de roches-mères (majorité de granite précambriens ainsi que des gneiss mignatisés primaires et quelques schistes) et de la strate arbo-rée envers les actions de l'homme.

Sa classification se base donc selon ces critères du sol : formations sur sols profonds ou sols concrétionnés (cuirasses); selon le relief :

groupement de plateau, de pente et des parties basses.

Enfin, de par l'action plus ou moins importante de l'homme (et des animaux), il distingue des "séries de dégradation" : l'homme ayant pu intervenir pour modifier soit la densité des espèces ligneuses ou leur essence, soit pour modifier la fréquence des graminées habituelles ou même en les détruisant.

Ainsi, sur sols profonds on peut distinguer :

- les plateaux à Andropogon gayanus et Hyparrhenia spp (zones sans pâture de Letouzey) qui peuvent évoluer vers les séries à Panicum phragmitoides soit "riche" soit "pauvre" (zones de pâture modérée permanente et zones de pâturage permanent intensif : § 3.8.3.2. et 3.8.3.1.), pouvant évoluer vers les séries à graminées basses (Setaria sp., Paspalum sp., graminées "fines" et Brachiaria brizantha) zones de pâturage très intensif et dégradées.
- sur les pentes et dans les parties basses, on rencontre les séries plus ou moins dégradées à Hyparrhenia diplandra
- les formations des vallées à Setaria sphacelata
- les formations herbacées des bas-fonds.

Sur sols cuirassés, Bille (1964) distingue :

- les plateaux à Hyparrhenia welwitschii et Hyparrhenia filipendula, cette dernière s'installant surtout sur blocs de cuirasse alors que Hyparrhenia welwitschii plutôt sur gravillons,
- les colluvions, basses pentes, vallées et versants à Hyparrhenia diplandra, cette série évoluant vers celle à Panicum phragmitoides et les stades suivants, comme sur sols profonds,
- les bas-fonds et mares latéritiques.

Ainsi, les chercheurs ayant étudié les formations de l'Adamaoua se rejoignent pour constater que les facteurs anthropiques (feux, pâture, défri-chements) sont essentiels dans la formation et la distinction des différents groupements herbacés, ces facteurs étant plus importants que les conditions climatiques ou édaphiques.

Cependant, nos observations à Wakwa ont permis de nuancer quelque peu ce point de vue.

3.8.4. La végétation de Wakwa et de ses environs

3.8.4.1. Les principaux groupements et espèces caractéristiques de Wakwa

Deux groupements bien distincts se partagent l'aire de la savane arbustive de Wakwa (tab. 7 et 8) :

- le groupement des sols basaltiques (sols ferralitiques),
- le groupement des sols granitiques (sols ferrugineux).

Groupement des sols basaltiques de Wakwa

Le groupement sur sols basaltiques (R et F) peut être caractérisé, pour la strate herbacée, par :

Andropogon gayanus

Pennisetum hordeoides

Imperata cylindrica

Hyparrhenia rufa comme accompagnante, car très abondante sur sols basaltiques et particulièrement sur basaltes récents (F) et pratiquement absente sur sols d'origine granitique.

Tab. 7

Contributions spécifiques centésimales moyennes des principales espèces herbacées dans les principaux groupements végétaux de la Station fourragère de Wakwa (Moyenne sur les 10 - 15 dernières années)

Parcs	F (Haut)	F (Bas)	R (Haut)	R (Bas)	V	G (Haut)	B	G (Bas)
Types de sol et Situation	Sur basalte récent (Interfluve)	Sur basalte récent (Bas de pente)	Sur basalte ancien (Interfluve)	Sur basalte ancien (Bas de pente)	Sur basalte (parcs V)	Sur granitique (Interfluve)	Sur granite (parcs Béha)	Sur granite (Bas de pente)
<i>Andropogon gayanus</i>	6,3	2,8	6,5	4,4	6,7	0,2	0,4	0,9
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,0	2,4	3,4	2,6	8,0	2,6	4,2	1,2
<i>Hyparrhenia rufa</i>	5,6	2,7	2,8	0,1	1,1	0,7	0,4	0,5
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	11,4	12,6	10,3	9,2	8,8	10,9	15,9	6,3
<i>Beckeropsis unisetia</i>	0,8	0,5	0,3	0,1	0,4	0,2	0,3	0
<i>Panicum phragmitoides</i>	20,5	20,5	21,5	20,0	22,2	15,8	17,9	10,7
<i>Panicum frederici</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyparrhenia bracteata</i>	6,5	4,2	5,8	4,0	4,4	4,6	2,5	3,0
<i>Schizachyrium brevifolium</i>	4,2	4,8	2,6	5,3	1,8	2,2	4,9	1,6
<i>Setaria sphacelata</i>	4,2	6,7	11,7	9,5	9,6	5,5	3,0	3,3
<i>Hyparrhenia welwitschii</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Hyparrhenia filipendula</i>	29,4	28,7	24,7	28,1	24,4	11,8	14,0	18,5
<i>Paspalum orbiculare</i>	0,8	2,7	0,2	0,4	0	1,1	5,0	1,0
<i>Urelytrum thysoides</i>	0,5	0	1,1	0,5	2,2	8,5	5,4	14,3
<i>Microchloa indica</i>	0,1	0	0,9	0,9	0,7	1,4	2,0	0,4
<i>Andropogon schirensis</i>	0	0	0	0	0,2	3,8	5,4	3,6
Légumineuses diverses	0,7	4,2	0,6	1,6	0,2	0,2	0,2	1,9
<i>Pennisetum hordeoides</i>	0,3	0	0,1	0,2	0,2	0	0	1,8
<i>Pennisetum polystachyon</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Graminées diverses	1,0	0,6	2,1	2,4	2,2	11,4	8,3	8,1
<i>Sporobolus pyramidalis</i>	0,7	1,2	2,6	6,2	1,5	2,4	3,3	0,9
<i>Loudetia kagerensis</i>	0	0,1	0,5	0,1	3,3	14,7	6,0	20,3
<i>Loudetia simplex</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Ctenium newtonii</i>	0	0	0	0	0	0,3	0	0
<i>Imperata cylindrica</i>	1,1	2,7	0,5	0,4	0,1	0	0,3	0
Plantes diverses	1,7	2,7	1,3	4,1	1,4	1,2	1,3	1,7

Tab. 8 Fréquence des espèces ligneuses dans les principaux groupements
végétaux de la Station fourragère de Wakwa
(Moyenne des comptages 1958, 1964, 1968, 1973, 1981)

G : sur sols granitiques	Très fréquent	> 100 ind/ha :	= +++
R : sur sols basaltiques anciens (rouge)	Fréquent	> 50 < 100 "	= ++
F : sur sols basaltiques récents (foncés)	Peu fréquent	> 1 < 50 "	= +
	Rare	< 1 "	= R

Espèces variétés	Famille	G	R	F
Acacia sieberiana	Mimosacées	-	R	-
Albizia coriaria	Mimosacées	R	+	+
Albizia zygia	Mimosacées	+	R	R
Allophylus africanus	Sapindacées	+	+	+
Annona senegalensis	Annonacées	+++	+++	+++
Anthocleista nobilis	Loganiacées	-	R	-
Antidesma venosum	Euphorbiacées	R	+	+
Aubrevillea kerstingii	Mimosacées	R	-	-
Bombax buonopozense	Bombacacées	R	-	-
Borassus (flabellifer)				
aethiopum	Arecacées	-	R	-
Bridelia ferruginea	Euphorbiacées	+	+	+
Bridelia ndellensis	Euphorbiacées	+	R	+
Butyrospermum paradoxum				
var. parkii	Sapotacées	+	R	-
Carissa edulis	Apocynacées	+	R	-
Cassia petersiana	Caesalpiniciacées	R	R	-
Clausena anisata	Rutacées	+	-	-
Combretum nigricans	Combretacées	+	+	R
Craterispermum laurinum	Bubiacées	+	R	-
Croton macrostachyus	Euphorbiacées	+	+	+
Cussonia arborea (=C.arenaria)	Araliacées	+	+	+
Daniellia oliveri	Caesalpiniciacées	+++	+	R
Dombeya cf multiflora	Sterculiacées	R	-	-
Ekebergia senegalensis	Méliacées	+	R	R
Entada abyssinica	Mimosacées	+	+	+
Eriocoelum kerstingii	Sapindacées	R	-	-
Erythrina senegalensis	Fabacées	-	R	-
Erythrina sigmoidea	Fabacées	+	+	+
Eugenia Sp	Myrtacées	R	-	-
Fadogia erythrophloea	Rubiacées	R	-	-
Fagara tessmannii	Rutacées	+	R	R
Faurea speciosa	Proteacées	+	-	-
Ficus capensis	Moracées	+	+	R
Ficua congensis	Moracées	R	-	-
Ficus glumosa var.				
glaberrima	Moracées	+	+	+
Ficus gnaphalocarpa	Moracées	-	R	-
Ficus thonningii	Moracées	-	+	R

Tab. 8 (suite)

Espèces variétés	Famille	G	R	F
<i>Ficus vallis-choudae</i>	Moracées	-	<u>R</u>	+
<i>Gardenia ternifolia</i>	Rubiacées	+	+	+
(<i>Gymnosporia</i>) <i>Maytenus sene-</i>				
<i>galensis</i>	Celastracées	+	+	-
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericacées	+++	++	+
<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiacées	+++	+++	+++
<i>Hymenodictyon floribundum</i>	Rubiacées	R		
<i>Lannea schimperi</i>	Anacardiacées	++	+	+
<i>Leea guineensis</i>	Vitacées	R		
<i>Lophira lanceolata</i>	Ochnacées	<u>++</u>	<u>R</u>	-
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinacées	++	+	+
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiacées		<u>R</u>	<u>+</u>
<i>Mitragyna ciliata</i>	Rubiacées	R		
<i>Mussaenda arcuata</i>	Rubiacées	+	+	R
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Rubiacées	+	-	-
<i>Naucllea latifolia</i>	Rubiacées		R	-
<i>Neoboutonia velutina</i>	Euphorbiacées	+	+	-
<i>Ochna afzelii</i>	Ochnacées	+	R	R
<i>Ochna schweinfurthiana</i>	Ochnacées	R		
<i>Olax subscorpioidea</i>	Olacacées	R		
<i>Oricia suaveolens</i>	Rutacées	R		
<i>Parinari kerstinii</i>	Rosacées	R		
<i>Parkia filicoidea</i>	Mimosacées	R	R	-
<i>Phyllanthus muellerianus</i>	Euphorbiacées	+	+	+
<i>Piliostigma thonningii</i>	Caesalpiniacées	+++	+++	+++
<i>Pittosporum viridiflorum</i>	Pottosporacées	R		
<i>Protea elliottii</i>	Proteacées	<u>+++</u>	<u>+</u>	R
<i>Psidium guaiava</i>	Myrtacées	<u>+</u>	<u>R</u>	R
<i>Psorospermum febrifugum</i>				
<i>ferrugineum</i>	Hypericacées	+	+	+
<i>Psorospermum glaberrimum</i>	Hypericacées	++	++	+
<i>Psychotria venosa</i>	Rubiacées	+	+	+
<i>Randia malleifera</i>	Rubiacées	R		
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiacées		R	
<i>Sapium ellipticum</i>	Euphorbiacées		R	
<i>Securidaca longipedunculata</i>	Polygalacées	+	R	+
<i>Spondianthus preussii</i>	Euphorbiacées		R	-
<i>Steganotaenia araliacea</i>	Ombellifères	R	+	R
<i>Sarcocephalus esenlentus</i>				
<i>afolius</i>	Rubiacées	<u>++</u>	<u>R</u>	-
<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiacées	R	R	-
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniacées	+	+	+
<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiacées	+	+	R
<i>Swartzia madagascariensis</i>	Caesalpiniacées	+	+	R
<i>Syzygium guineense</i> DC guin.	Myrtacées	+	+	+
<i>Syzygium guineense</i> DC macro-				
<i>carpum</i>	Myrtacées	++	+	+
<i>Terminalia macroptera</i>	Combretacées	+++	+	+
<i>Trichilia roka</i>	Meliacées	+	+	-
<i>Uapaca togoensis</i>	Euphorbiacées	+	R	-
<i>Uvaria anonoides</i>	Annonacées	<u>+</u>	-	-
<i>Vernonia amygdalina</i>	Astéracées	+	+	+
<i>Vitex doniana</i>	Verbenacées	+	R	+
<i>Vitex madiensis</i>	Verbenacées	+	+	+
<i>Ximenia americana</i>	Olacacées	+	R	R

et pour la strate arbustive, par :

Ficus thonningii

Ficus vallis-choudae

Mangifera indica (introduite).

L'analyse des parties hydromorphes, au-dessus de la zone de battement des eaux du lac de Wakwa ne permet pas de distinguer un autre groupement. Tout au plus y observe-t-on une augmentation de la fréquence des "légumineuses diverses" et des "plantes diverses" et en particulier de cypéracées. On ne retrouve donc pas la série à Hyparrhenia observée par Bille (1964).

Cependant, S. pyramidalis peut être caractéristique des zones basses sur sols R. Mais naturellement, au contact de l'eau existe un autre faciès caractéristique des zones inondées à Echinochloa spp, Oryza longistaminata, Leersia hexandra, Vossia cuspidata, etc.

D'autre part, peu de différences de fréquence des espèces relevées permettent de distinguer un groupement particulier sur sols basaltiques récents (Parcs F); tout au plus observe-t-on une fréquence plus élevée de Setaria sphacelata dans les parcs R et V et Imperata cylindrica est un peu plus fréquente dans les parcs F.

Parmi les espèces ligneuses, aucune ne permet de caractériser chacun des deux types de sols pourtant assez différents à l'analyse pédologique (tab.6) Cependant, on observe que de nombreuses espèces sont présentes dans les parcs G et R et absentes dans les parcs F, en particulier Lophira lanceolata.

Le groupement des sols granitiques de Wakwa

Ce groupement est caractérisé, pour la strate herbacée par :

Loudetia kagerensis

Andropogon schirensis et accessoirement par

Paspalum sp qui est cependant assez fréquent dans les parcs envahis par les ligneux, cette espèce se plaisant dans les endroits humides, à l'abri des ligneux.

Pour la strate ligneuse, de très nombreuses espèces sont présentes sur sols basaltiques (tab. 8) :

Clausena aniseta

Faurea speciosa

Uvaria anonoides.

On y relève d'autre part des espèces très fréquentes, mais rares sur sols basaltiques et en particulier :

Daniellia oliveri

Lophira lanceolata, celle-ci étant d'ailleurs absente des sols basaltiques récents, ainsi que

Protea elliotii

Sarcocephalus sp.

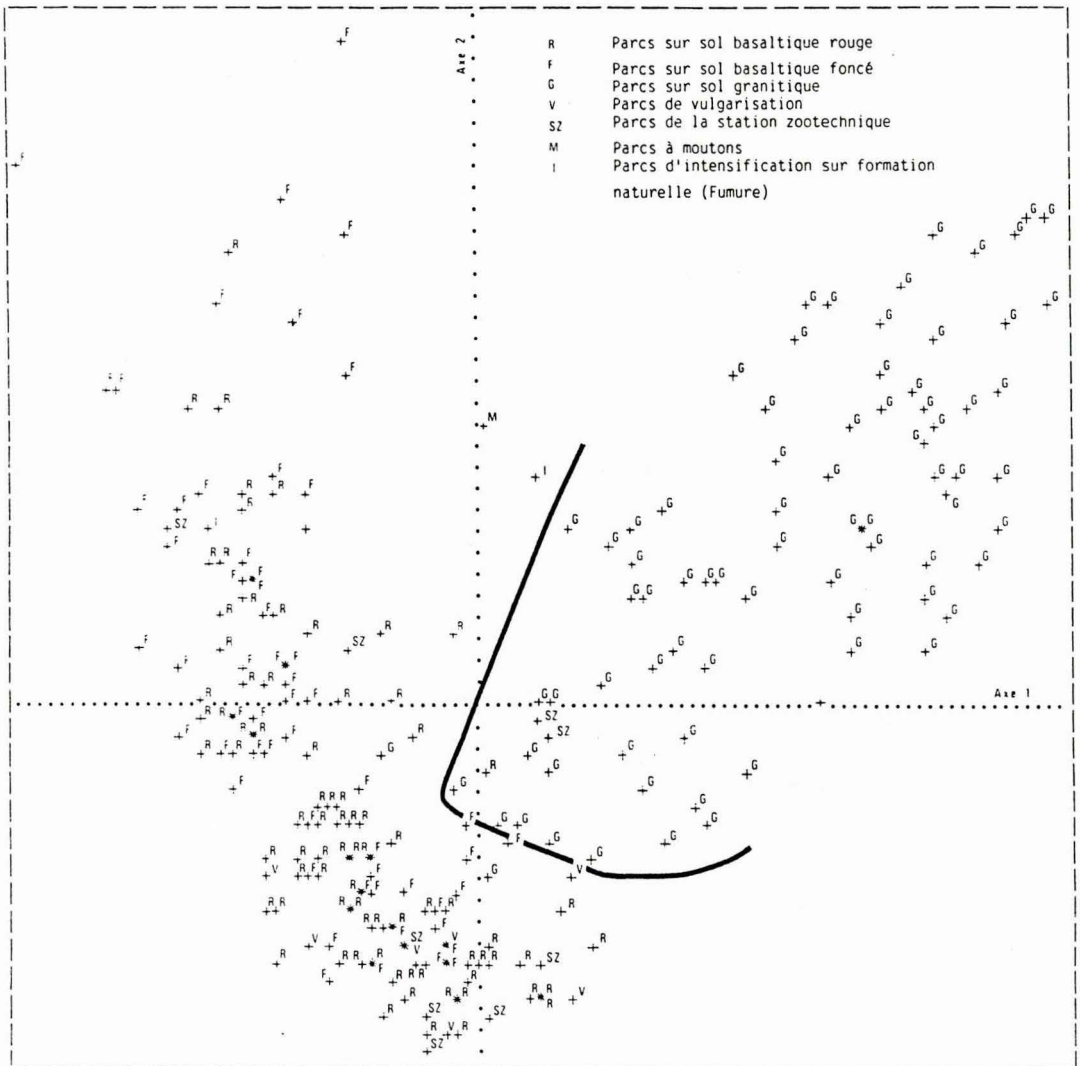
Terminalia macroptera.

Ainsi, si Letouzey (1968) caractérise la végétation du plateau de l'Adamaoua par les espèces ligneuses *Lophira lanceolata* et *Daniellia oliveri*, il semble qu'il faille émettre des réserves pour les formations sur sols basaltiques, puisqu'une partie de ceux-ci, les basaltiques récents, en sont dépourvus.

Il en est de même pour *Daniellia oliveri* qui est fréquent sur sols basaltiques rouges mais rare sur sols basaltiques foncés.

L'analyse en composantes principales de la matrice de similitude de tous les parcs de Wakwa confirment cette distinction de 2 groupements sur basaltes et sur granite (Fig. 12 et tab. 9).

Fig. 12 Analyse en composantes principales de la matrice de similitude
des relevés de la végétation herbacée de Wakwa (Axes 1 et 2)
Comparaison selon les types de sol.



Tab. 9 Comparaison de la contribution spécifique des principales
espèces herbacées dans les relevés proches et éloignés des
différents groupements dans la représentation en coordonnées
principales (Axes I et II des relevés de Wakwa
 (Contribution spécifique p.cent)

Relevés	R + F		R + G		G
Positions (dans la fig.)	Axe I - Axe II +		Axe I - Axe II -	Axe I + Axe II +	Axe I + Axe II +
Aga	<u>6,4 p.cent</u>		<u>2,4</u>	0	0,2
Bra	3,2		<u>6,2</u>	4	2,6
Hru	<u>4,2</u>		<u>2,7</u>	1,2	0,7
Hdi	10,8		<u>16,7</u>	<u>15,4</u>	10,9
Bec	0,5		0	0,3	0,2
Pap	21,0		<u>13,2</u>	<u>23,2</u>	15,8
Hbr	<u>6,1</u>		<u>3,9</u>	5,0	4,6
Set	7,9		15,1	6,7	5,5
Hfi	<u>27,0</u>		<u>19,2</u>	12,2	11,8
Ure	<u>0,8</u>		<u>7,0</u>	1,3	8,5
Gdi	1,6		1,3	<u>4,0</u>	<u>11,4</u>
Lka	0,2		0,1	<u>4,1</u>	<u>14,7</u>
Totaux	100,0		100,0	100,0	100,0

Quelques groupements autour de Wakwa

Des quelques relevés phytosociologiques, selon la méthode Braun-Blanquet (1964), effectués à Wakwa et dans ses environs, de la strate herbacée, sur sols basaltiques, et en particulier dans les zones très exploitées et dans les zones à inondation temporaire et permanente, il ressort des regroupements obtenus les observations suivantes (tab. 10) :

Quatre groupements ont été distingués :

- 1° Groupement caractérisé par Brachiaria brizantha, Hyparrhenia filipendula et Setaria sphacelata sur sols basaltiques profonds. Ce groupement occupe les sols basaltiques profonds (sols ferrallitiques) des zones pâturées de Wakwa (Station) et de l'Extension de la Station fourragère.
- 2° Groupement caractérisé par Brachiaria brizantha. Il occupe les zones très pâturées sur sols basaltiques profonds des régions de Bélel, Ngaoundaba et Tourningal.
- 3° Groupement caractérisé par Setaria sphacelata dans les zones à inondation temporaire (Plaine de la Vina).
- 4° Groupement INOPS, non caractérisé, sur les cuirasses inondables et dans les zones à inondation permanente de la plaine de la Vina.

Nous verrons plus loin (chapitre IV) l'évolution de ces groupements dont la végétation herbacée est très pâturée.

Tab. 10

Tabelle des quelques groupements de Wakwa
et de ses environs

Situation	R5	F15	E 3	R11	E4 Haut	E4 Bas	Meiganga (route)	E3 Bas	E3 Haut	Bélel	Ngarandaba	Touringal	Djilougou	Bélel	Bas-fond (Vina)	Bas-fond (Vina)	Cuirasse	Vina (marais)
No relevé	1	2	14	18	17	16	3	15	5	6	4	8	9	10	12	11	7	13
<u>Espèces</u>																		
Panicum phragmitoides	2	2-3	2	2	1	+	2	1	1			+	+	1				
Brachiaria brizantha		2		1-2	+	+	2-3			1	2-3	3-4	2	1				
Pteridium aquilinum (Fougère)	1				1			+	+			1	+	+				
Cyperus zollingeri	+	+		+						+			2		1			
Hyparrhenia rufa	1		+					+	1				+	1				
Kyllinga odorata			+					+		1	2	+		+				
Indigofera sp								+	+	+		+		+				
Paspalum orbiculare								+		+			2	1				
Mimosa pudica								+	+		1							
Hyparrhenia filipendula	2	2	2	1-2	+		1	1	3									
Hyparrhenia bracteata	2	1		1-2	2			+	2									
Beckeropsis unisetia	1				1			1	1									
Andropogon gayanus	+	2	2-3	1-2	2		2-3	2-3	3									
Microchloa indica	1		1		1	1	1	+				1						
Crotalaria sp	1		+	1				+	1				+					
Hyparrhenia diplandra	+		1	1-2	1			+	2	2								
Urelytrum thyrsioides			2	+	1		1	2	1									
Aframomum latifolium			+		+			+	+									
Musa sp			+	+	+			+	2									
Setaria sphacelata	2	+	1	2	1	1	2	1	1			+			1	2	1	
Schizachyrium brevifolium					2	2		1								+	2	2
Commelina africana	1								5						1	+	+	
Desmodium sp	1						+	+	+	+						+	+	+
Imperata cylindrica	1	+								1								
Sporobolus pyramidalis	1						1									1		
Leersia hexandra					1	+										3		
Echinochloa spp																		2-3
Oryza longistraminata																		2
	Bra / Hfi / Set										Bra			Set		Inops		

Nota : les espèces accompagnantes qui n'ont pu être déterminées ou dont nous n'avons que la famille n'ont pas été portées dans le tableau

Légende : Notations (selon Braun-Blanquet, 1964) :

- +: espèce présente à l'état d'individus isolés
- 1 : espèce présente à l'état d'individus peu abondants
- 2 : espèce présente à l'état d'individus abondants, mais dont le recouvrement n'atteint pas 5 p.cent de l'aire inventoriée
- 3 : espèce présente à l'état d'individus abondants, recouvrant de 5 à 35 p.cent du relevé
- 4 : espèce présente à l'état d'individus abondants, recouvrant de 35 à 70 p.cent du relevé
- 5 : espèce présente à l'état d'individus abondants, recouvrant plus de 70 p.cent du relevé.

3.8.5. Contributions spécifiques des espèces

Le calcul de la moyenne de la contribution spécifique de chaque espèce pour chaque groupement permet les observations suivantes :

- Que ce soit pour les groupements sur sols basaltiques ou sur sols granitiques, cinq ou six espèces graminéennes pérennes (hémicryptophytes) contribuent pour près de 75 p.cent au recouvrement et à la biomasse.

Ce sont, sur sols basaltiques, par ordre d'importance (en p.cent de la surface basale totale couverte par les espèces herbacées) :

Hyparrhenia filipendula	(24,7 p.cent +/- 8,0)
Panicum phragmitoides	(21,5 p.cent +/- 4,4)
Setaria sphacelata	(11,7 p.cent +/- 4,2)
Hyparrhenia diplandra	(10,3 p.cent +/- 4,4)
Andropogon gayanus	(6,5 p.cent +/- 4,0)
Hyparrhenia bracteata	(5,8 p.cent +/- 5,8)
Hyparrhenia rufa	(5,6 p.cent +/- 4,2)

surtout sur sols basaltiques fonceés (F) et sur lesquels Setaria sphacelata y est moins important que sur sols basaltiques anciens (R).

Sur sols granitiques, les espèces les plus importantes diffèrent sensiblement :

Panicum phragmitoides	(15,8 p.cent +/- 3,1)
partage la première place avec	
Loudetia kagerensis	(14,7 p.cent +/- 6,6)
espèce caractéristique de ce groupement.	

Suivent :

Hyparrhenia filipendula	(11,8 p.cent +/- 5,1)
Hyparrhenia diplandra	(10,9 p.cent +/- 6,1)
Setaria sphacelata	(5,5 p.cent +/- 4,6)
Hyparrhenia bracteata	(4,6 p.cent +/- 2,6)

On remarque que sur sols granitiques, la contribution au recouvrement des "graminées diverses" est beaucoup plus importante (11,4 p.cent) que sur sols basaltiques(1 à 2 p.cent).

Les "graminées diverses" comprennent entre autres :

Setaria barbata
Setaria megaphylla
Panicum griffonii
Panicum maximum
Pennisetum purpureum
Pennisetum polystachyon
Cynodon dactylon
Digitaria debilis
Loudetia phragmitoides
Loudetia arundinacea
Loudetia simplex
Eragrostis gangetica (Syn.: *E. cambessediana*)
Melinis minutiflora
Leersia hexandra
Brachiaria jubata (Syn.: *B. fulva*)
Rottboellia cochinchinensis (Syn.: *R. exaltata*)
Jardinea congoensis
Eleusine indica
Rhynchelytrum repens (Syn.: *R. roseum*)
Vossia cuspidata
Echinochloa rostrata (Syn. *E. crus-pavonis*)
Eragrostis pobleguinii
Paspalum paniculatum
Hyparrhenia smithiana
Eragrostis tenuifolia
Eragrostis tremula
Echinochloa stagnina
Chloris pilosa
Setaria pallidifusca
Elionurus hirtifolius

pour ne citer que les plus fréquentes.

Les "légumineuses diverses, qui ne représentent que 0,2 à 6 p.cent de la contribution totale, comprennent :

Indigofera spp

Cassia spp

Tephrosia spp

Desmodium spp

Sesbania sp

Vigna spp

etc.

Quant aux "espèces diverses", elles comprennent toutes les autres herbes ou phorbes généralement non appréciées et particulièrement des cypéracées :

Cyperus haspan

Cyperus distans

Cyperus esculentus

Cyperus zollingeri

Fimbristylis dichotoma

Fimbristylis hispidula

Kyllinga odorata

Kyllinga cf. welwitschii

Kyllinga bulbosa

Pycnus unioloides

Fuirena umbellata

Scleria sp

Ascolepis elata

etc.

et des fougères (Pteridium aquilinum)

La variabilité de la contribution spécifique des principales espèces est souvent importante comme le montrent les écarts-types obtenus. Elle est le fait de "stress" ou de facteurs comme le mode d'exploitation, les feux, les traitements subis par la strate ligneuse, le chargement, éventuellement le climat.

Ces facteurs et leurs actions font l'objet principal de notre étude et un chapitre particulier leur a été consacré (chapitre IV).

3.8.6. Biomasse épiquée, production et valeur nutritive et pastorale des formations de l'Adamaoua (Production primaire)

Après la description des formations pastorales de l'Adamaoua et en particulier de celles de Wakwa, il était nécessaire de connaître, dans la perspective de leur exploitation, leur production, leur qualité nutritive et pastorale.

Ne disposant que rarement d'animaux expérimentaux et de moyens pour mesurer directement la production secondaire, une première étape de la mesure de la production de ces formations a été de déterminer leur production primaire potentielle et réelle. Celle-ci est rarement mesurée dans sa globalité (production brute) car les moyens font défaut et ce n'est généralement que la production exploitable et visible, au-dessus du sol, qui est connue. C'est en fait celle qui nous intéresse directement.

Dans les études conduites à Wakwa, des mesures de biomasse (biomasse épiquée maximum, évolution de la biomasse au cours de l'année), de production et de productivité (taux de production) ont été réalisées et permettent d'approcher les capacités de charge des pâturages si l'on accepte qu'un bovin absorbe en moyenne environ 2,0 Kg de MS/jour/100 Kg de poids vif (cf.: méthodes, § 2.2.2.2).

Afin de mieux connaître les valeurs nutritives de ces productions, des analyses chimiques des fourrages ont pu également être effectuées, ce qui nous a permis de déterminer la valeur fourragère de chaque formation et de chaque parc (cf. méthodes, § 2.2.2.2.). D'autre part, la combinaison des contributions spécifiques des espèces dans chaque parc ou chaque formation par la valeur pastorale individuelle (V.P.I.) des espèces, nous a donné la valeur pastorale de ces parcs et des différentes formations (méthodes, § 2.2.2.3).

Enfin, les résultats de quelques essais de production secondaire (production de viande essentiellement) seront rapportés.

3.8.6.1. Biomasse épigée

Biomasse maximum

Les valeurs maximales de la biomasse aérienne du tapis herbacé ont été obtenues à Wakwa dans des parcs à foin (déboisés). Elles sont comparées à celles obtenues par Bille (1964 et 1967) à l'extrême Est du Plateau ainsi qu'à celles mesurées dans les parcs à foin du ranch de la Compagnie Pastorale à Goungel (tab. 11).

Tab.11 Biomasse épigée maximale de quelques formations de l'Adamaoua
(Kg MS/ha)

Type de formation	Biomasse épigée	Nbre parcs
Sur basalte ancien rouge (R)	4'473 +/- 826	12
Sur basalte récent foncé (F)	4'596 +/- 810	7
Sur granite (G) à <i>Loudetia kagerensis</i>	4'475 +/- 78	2
Sur basalte à Goungel à <i>Sporobolus africanus</i>	4'053 +/- 754	12
Est de l'Adamaoua (RCA) à Hdi et Pap	6'000 - 7'000 (et jusqu'à 20 t/ha)	

Si les biomasses mesurées à Wakwa ne sont pas significativement différentes entre elles ($P = 0,05$) ni avec celles mesurées à Goungel, par contre il y a une différence importante avec les résultats obtenus par Bille.

Ces résultats de Bille rejoignent ceux d'autres auteurs et en particulier du Nigéria, en zone guinéo-congolaise (1200 mm/an), dans des formations à A. gayanus, où Egunjobi (1973, 1974) a mesuré des biomasses épigées de 15,3 t de MS/ha en septembre et Adegbola (1964), plus au sud, vers Lagos (1600 mm/an), trouve des biomasses de 14,8 t MS/ha. Hopkins (1965), dans des savanes préforestières a obtenu les valeurs suivantes : 6,8 t MS/ha en novembre et 5,2 t en cours de saison sèche. Afolayan (1978), dans le nord du Nigéria, dans des savanes arbustives assez semblables à celles de l'Adamaoua, mais à plus faible altitude, donne des biomasses épigées du tapis herbacé de 1,5 t de MS/ha pour les formations les plus envahies par les ligneux et de 7,2 t pour les formations non pâturées et brûlées (les moins envahies) en fin de saison sèche.

Klötzli (1981), en Tanzanie, dans des conditions climatiques plus sèches et à plus faible altitude que l'Adamaoua, a mesuré des productions comprises entre 2 t MS/ha et 3,5 t MS/ha pour les plus productifs (moyenne : 3 t MS/ha).

En Côte d'Ivoire, à Lamto (climat équatorial, 1200 mm/an), César (1971) a étudié dans le détail les cycles de la biomasse herbacée dans différents types de savane préforestière (voir aussi Hedin, 1967; Menaut et César, 1979). Dans les savanes herbeuses à Andropogonées, il donne des valeurs maximales, en octobre-décembre, de 6,2 à 6,6 t de MS/ha pour la matière vivante, et de 2,2 à 4,5 t de MS/ha pour la matière morte, soit au total 8,5 à 11,1 t/ha pour des coupes réalisées au ras du sol en fin de saison des pluies.

Les biomasses du Nigéria et de Côte d'Ivoire et même de la République Centrafricaine (RCA), sont donc bien supérieures à celles enregistrées à Wakwa.

Les biomasses de l'Adamaoua sont cependant proches des 5 t MS/ha obtenues dans les savanes d'altitude du Zaïre (1750 mm/an) à Setaria sphacelata (Risopoulos, 1966) ou à ceux des pâturages naturels à Digitaria vestiva et Paspalum scrobiculatum du Ki u (Compère, 1961).

Les différentes méthodes de récolte (à Wakwa, coupes à 10-15 cm du sol) expliquent en partie ces différences car Menaut et César (1979) ont

montré que 80 p.cent du biovolume se trouve entre 0 et 25 cm au-dessus du sol. Il semble aussi très probable que l'altitude (par l'effet des températures moyennes plus basses) joue un rôle important, comme le montre Menaut (1981) lorsqu'il cite des biomasses de 7 à 15 t de MS/ha à 900 m pour des savanes à Andropogon et de 3 à 6 t MS/ha à 1700 m pour des prairies à Loudetia, sur les pentes du Mont Nimba en Afrique occidentale.

Pour Egunjobi (1974), la différence proviendrait aussi de la présence, dans les échantillons, de la litière (matière morte) qui peut représenter entre 14,5 et 62,5 p.cent de la biomasse totale suivant la période de l'année. (Ceci a aussi été noté plus haut : résultats de César, 1971).

Pour la partie hypogée du tapis herbacé (non mesurée à Wakwa), César (1971) donne, pour la même période et la même formation, une biomasse de 10 t MS/ha, biomasse qui évolue encore pour atteindre plus de 20 t MS/ha en décembre. Il montre ainsi que la plupart des espèces savaniques herbacées possèdent, dans les pays tropicaux, un appareil souterrain très important, sinon dominant, par rapport aux parties aériennes. Selon Lamotte et Bourlière (1978) ce phénomène correspondrait à une réaction de défense des végétaux devant certaines conditions défavorables et dont le feu est un élément.

Dans les formations pâturées possédant une strate ligneuse abondante, le tapis herbacé ne peut atteindre ces valeurs. En effet, chacun peut constater que la végétation herbacée sciaphile est pauvre en espèces appréciées et sa biomasse, sous la couronne des arbres, est très faible. Ces observations ont aussi été faites avec précision, entre autres, par Ramsey et Rose-Innes (1963), Vuattoux (1970), Afolayan (1978,1979).

Nous avons donc pu observer que la biomasse épigée du tapis herbacé d'une savane arbustive est pratiquement inversement proportionnelle au couvert ligneux.

Nous avons ainsi pu produire le tableau suivant (tab. 12) pour des formations non épuisées par une surexploitation.

Tab. 12

Biomasse épigée potentielle des formations
pastorales en fonction du couvert ligneux
(Kg de matière sèche / ha)

Type de sol Couvert ligneux	Sols basaltiques	Sols granitiques	Bas de pente (basaltiques)	Cuirasses et sols squelettiques
0 p.cent	4.000 - 5.000	3.500 - 4.500	6.000 - 7.000	0 - 2.000
20 p.cent	3.500 - 4.500	3.000 - 4.000	5.000 - 6.000	0 - 1.500
30 p.cent	3.200 - 4.200	2.800 - 3.800	4.000 - 5.000	0 - 1.200
50 p.cent	2.500 - 3.500	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	0 - 1.000

Cycle de la biomasse

Un cycle annuel de la biomasse épigée est rapporté dans la figure 13 ainsi que les valeurs énergétiques et azotées correspondantes. On y observe une augmentation très rapide en début de saison des pluies, puis une lente diminution.

A Lamto, César (1971) a observé des courbes beaucoup plus étalées avec croissance beaucoup moins rapide en début de saison des pluies et un maximum en octobre-novembre. L'étalement de la période des pluies et deux saisons sèches à Lamto expliquent peut-être cela.

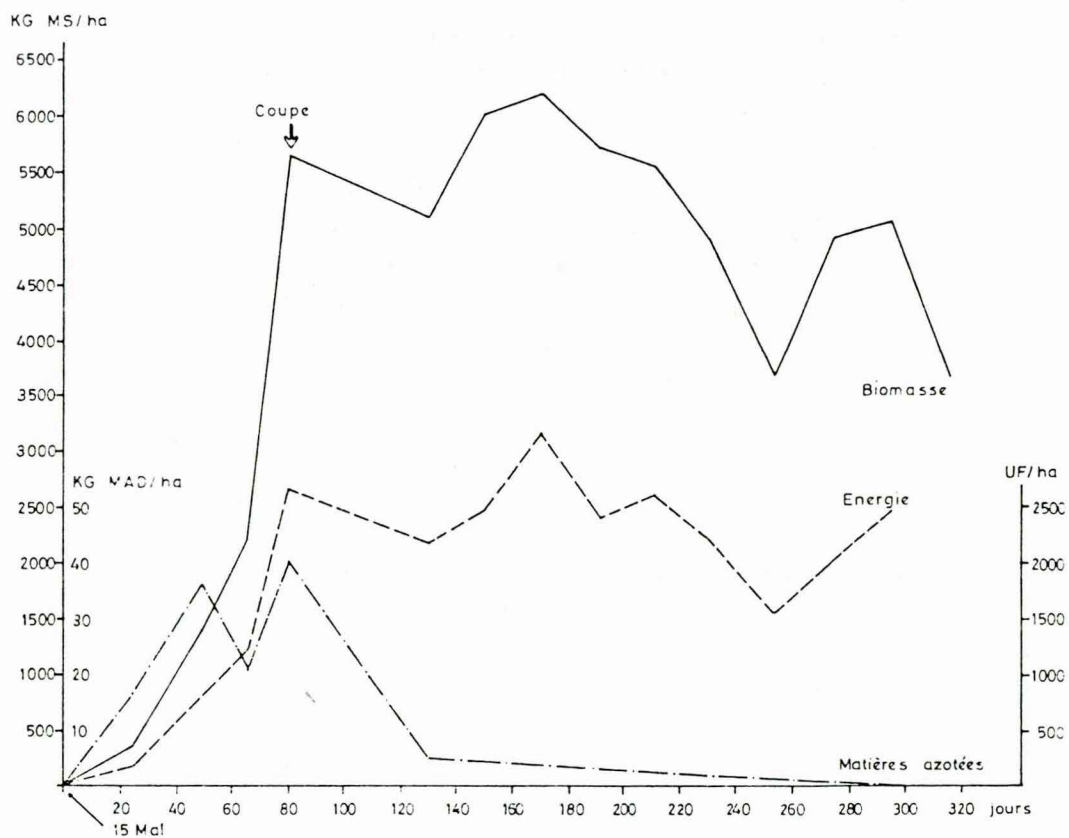
Notre figure montre à quel stade de végétation une exploitation serait souhaitable pour une production optimale en MS, en énergie et en protéines, soit au 15 juillet. Malheureusement, à cette date, les pluies sont à leur apogée et il est impossible de faner naturellement. L'ensilage de l'herbe serait possible, mais cette technique est très onéreuse, comme le serait le séchage artificiel qui pourrait également être envisagé !

Dans le tableau 13, nous avons porté les résultats des mesures de production obtenues après une précoupe de saison des pluies pour une production de regain. Ces résultats montrent que l'on peut récolter près de 2 tonnes de regains de qualité moyenne après 100 à 120 jours de végétation qui suivent une précoupe (précoupe du 15.07). Le repousse après une précoupe plus tardive procure un bon fourrage mais en quantité insuffisante, ce qui rend la production très onéreuse.

3.8.6.2. Production et productivité des formations pastorales

Si la mesure de la biomasse reflète bien les potentialités de la production d'une formation pastorale, quelle est la relation entre biomasse en fin de saison de croissance et la productivité correspondante à la quantité d'herbe prélevée par l'animal selon les différents systèmes d'exploitation envisagés (vaine pâture, pâturage tournant, pâturage rationné, etc.).

Fig. 13 Evolution de la biomasse herbacée épigée et de sa valeur nutritive



Tab. 13

Production de regain après précoupe de saison des pluies dans un pâturage naturel sans engrais (R14) : date de coupe 12/11

Durée de la végétation (date de précoupe)	Production			Valeur fourragère		
	KgMS/ha	UF/ha (1)	KgMAD/ha (2)	UF/KgMS (1)	g MAD/Kg MS (2)	Appréciation
180 jours (15/05)	4781	2630	5,8	0,55	1,21	Médiocre
150 jours (15/06)	3130	1750	18,0	0,56	5,76	Médiocre
120 jours (15/07)	1939	1945	43,8	0,59	22,6	Moyen
90 jours (15/08)	1122	660	26,0	0,59	23,2	Moyen
60 jours (15/09)	838	545	33,4	0,65	39,9	Bon
30 jours (15/10)	308	665	36,6	0,84	47,6	Très bon

(1) D'après les tables "hollandaises" (in Rivière, 1977)

(2) D'après la formule de Demarquilly (1970).

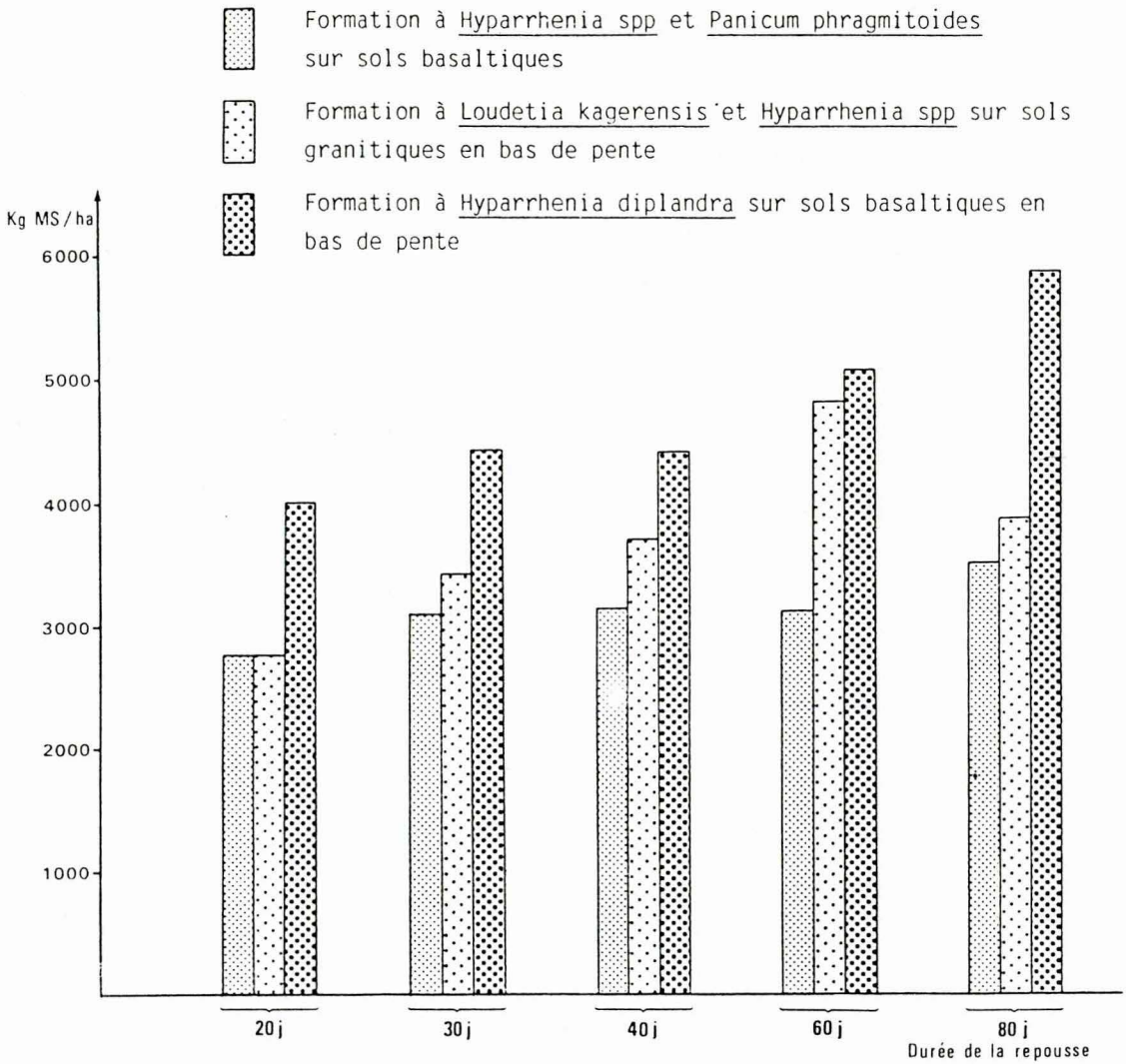
Une première approche a été réalisée à Wakwa par des coupes régulières des repousses après des temps de repos allant de 20 à 80 jours (Piot et Rippstein, 1975), et, les principaux résultats sont traduits dans la fig.14. Ainsi on observe que la production est un peu supérieure sur basalte. D'autre part, la production obtenue avec des repousses ayant eu un court temps de repos est, pour toutes les formations, notablement inférieure à celle obtenue avec des temps de repos supérieurs à 40-60 jours et à la biomasse maximum. Plus le temps de repos est long, plus la production est élevée.

La productivité moyenne journalière des repousses (tab. 14) est de 10 à 12 Kg MS/ha mais varie considérablement de la première coupe à la dernière soit respectivement entre 36,1 Kg pour les repousses de 60 jours en bas de pente sur basalte et 2,7 Kg de MS/j/ha pour des repousses de 40 jours dans des formations des interfluvés également sur basaltes en fin de SP. Ceci illustre la difficulté, voir l'impossibilité, qu'aura l'éleveur traditionnel, même dans un système en rotation, à faire exploiter rationnellement toute la pousse de l'herbe par ses animaux car il ne lui est pas possible, financièrement, de récolter les surplus de production à certaines périodes pour les redistribuer par la suite. Il s'ensuit des refus souvent importants malgré une charge correcte, refus qui s'élèvent à plus de 50 p.cent en sous-charge et de 20 à 30 p.cent avec une charge correcte en saison des pluies (400-500 Kg de poids vif/ha). Ces refus seront en général brûlés en cours de saison sèche, ou plus ou moins exploités dans les conditions améliorées (ranches) si aucun autre fourrage n'est mis à la disposition des animaux.

3.8.6.3. Valeur alimentaire des formations

Sur la base des analyses chimiques d'échantillons aliquotes des formations végétales de Wakwa, nous avons pu déterminer la valeur alimentaire des principales formations pastorales de l'Adamaoua (cf. méthodes § 2.2.2.2.).

Fig. 14 Production moyenne annuelle des repousses à différents rythmes d'exploitation des principales formations pastorales de l'Adamaoua (Kg MS/ha)



D'après Piot, Rippstein, 1975

Tab. 14

Productivité moyenne journalière des repousses par intervalle et par No de coupe
de différents types de pâturages naturels de l'Adamaoua (Kg MS/j/ha).

Intervalles de coupe No de coupe	20 jours			30 jours			40 jours			60 jours			80 jours		
	Basalte	Granite	Bas de pente	Basalte	Granite	Bas de pente	Basalte	Granite	Bas de pente	Basalte	Granite	Bas de pente	Basalte	Granite	Bas de pente
1° coupe	17,0	12,4	21,4	14,6	17,2	19,5	14,6	23,5	29,1	18,5	34,2	36,1	18,6	20,9	32,2
2° coupe	17,0	17,5	25,4	16,2	18,6	24,5	10,5	16,6	12,5	6,6	16,2	12,8	14,5	12,9	17,0
3° coupe	13,6	18,1	12,0	15,0	11,3	12,8	9,9	13,8	9,3	11,0	10,2	16,1	7,0	2,5	
4° coupe	12,7	16,2	6,0	15,0	11,5	12,7	12,6	12,3	11,0	9,7	3,8	2,6			
5° coupe	7,4	7,4	12,6	12,4	11,5	18,3	10,0	8,8	10,8	3,4					
6° coupe	7,9	11,3	5,2	11,6	8,8	19,3	2,7	3,8	3,5						
7° coupe	10,4	9,3	12,4	12,1	3,5	6,9									
8° coupe	12,1	11,3	11,2	3,1		4,5									
9° coupe	7,4	10,0	9,6												
10° coupe	5,6	6,0	5,4												
11° coupe	3,7	4,7	5,0												
12° coupe	3,2	2,9	4,2												
Moyennes	9,8	10,6	10,9	12,5	11,8	14,8	10,1	13,1	12,7	9,8	16,1	16,9	13,4	12,1	24,6

Ces résultats sont souvent indicatifs car il n'a pas encore été possible d'analyser, à tous les stades, toutes les espèces constituant ces formations et l'on sait que les connaissances sur la digestibilité des espèces des formations naturelles et de la physiologie des animaux tropicaux sont encore imprécises et fragmentaires.

On a observé, figure 13, que la production en énergie des formations naturelles évolue parallèlement à la biomasse. Elle atteint rapidement une valeur maximale après 80 jours de végétation puis se stabilise à une production de 2'500 UF/ha avec légère diminution au cours de la saison sèche. La valeur énergétique moyenne du Kg de MS est de 0,48 UF avec une valeur maximale de 0,62 à 80 jours de végétation.

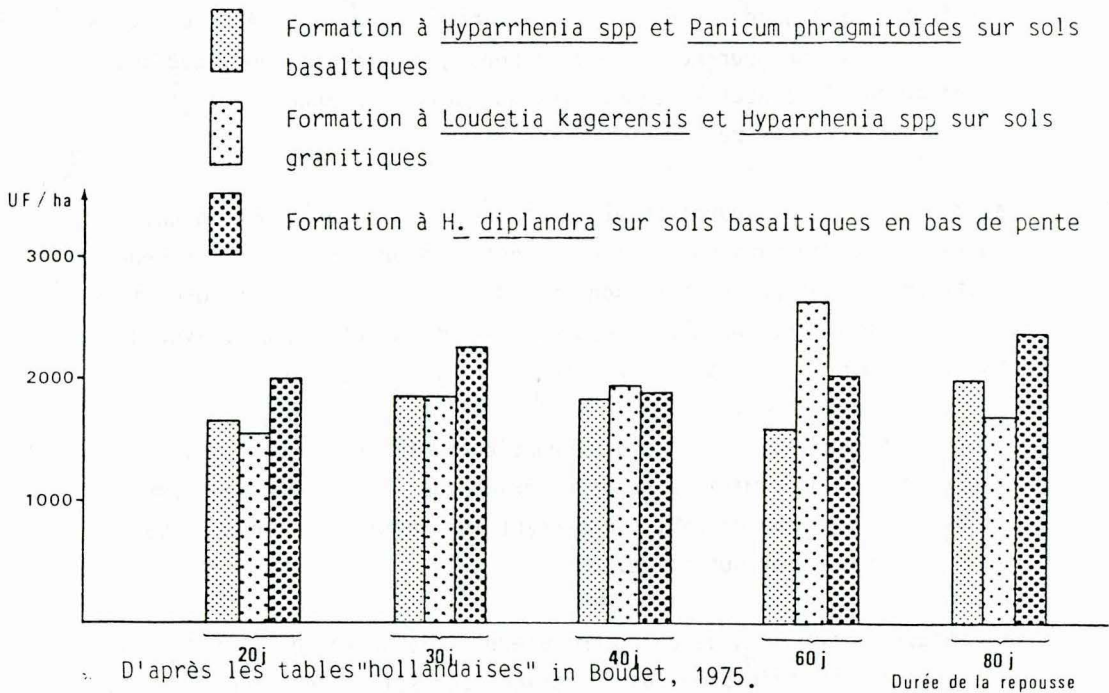
L'évolution de la production de matières azotées, quant à elle, est classique pour les fourrages tropicaux : bonne valeur en début de cycle puis déclin rapide pour ne contenir, après quelques semaines, que des traces de matières azotées digestives qui deviennent donc le facteur limitant pour l'élevage.

Les diagrammes des figures 15 et 16 montrent les productions en unités fourragères et en matières azotées digestibles des repousses. On peut constater que les productions sont peu différentes selon les formations. Les bas de pente sur basalte produisent cependant un peu plus avec des coupes fréquentes (20 et 30 j d'intervalle)..

Dans le tableau 15, les valeurs énergétiques et azotées des pâturages rapportées en Kg de matière sèche montrent une supériorité des formations sur basalte ; en bas de pente, cependant les formations sur granite ont une meilleure valeur nutritive.

Ces résultats montrent qu'un rythme d'exploitation entre 25 et 35 jours est le plus approprié pour les formations sur sols basaltiques alors que sur sols granitiques, un rythme un peu plus lent, de 30 à 40 jours, est souhaitable.

Fig. 15 Production moyenne annuelle des repousses à
différents rythmes d'exploitation des prin-
cipales formations pastorales de l'Adamaoua
*(UF/ha)



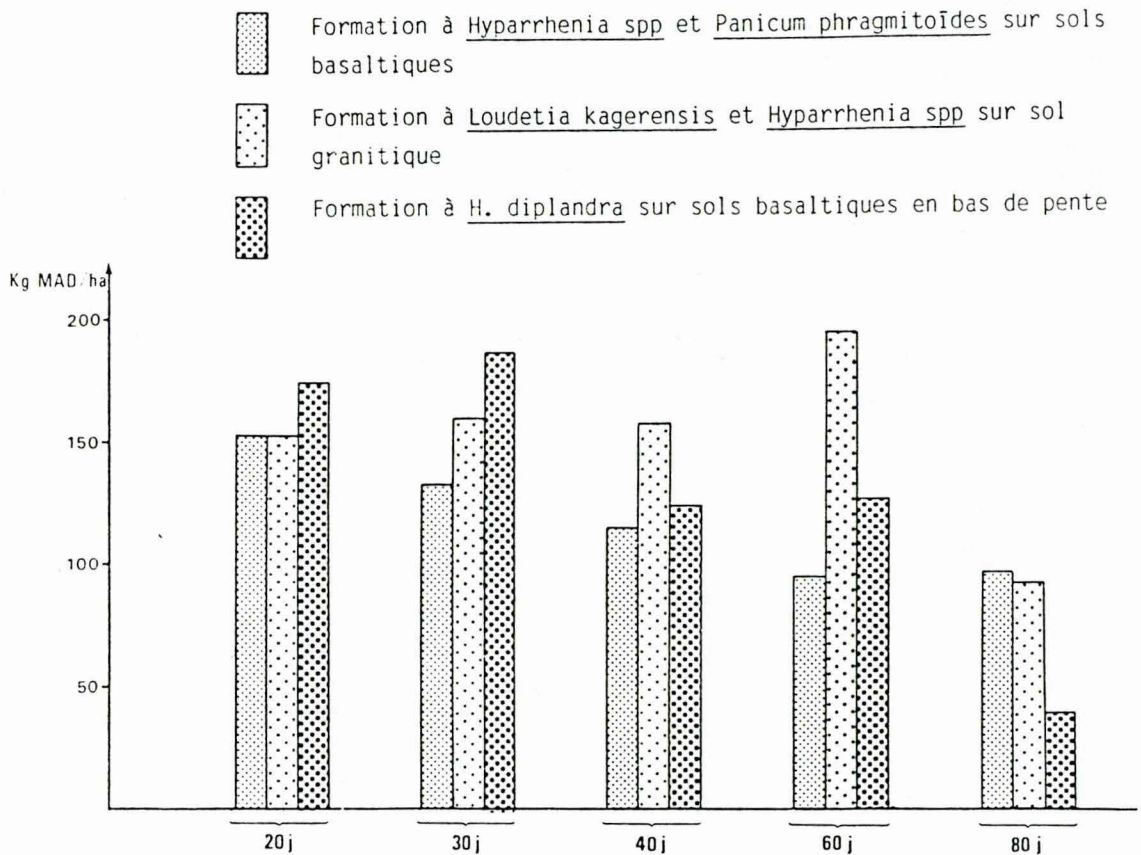
D'après Piot et Rippstein, 1975

Tab. 15 Valeur alimentaire des repousses à différents rythmes
d'exploitation des principales formations pastorales
de l'Adamaoua

<u>Intervalles de coupe</u> <u>Formations</u>	UF/Kg MS ★	g MAD/Kg MS ★	MAD/UF ★	% MS
<u>20 jours</u>				
sur basalte	0,60	55	92	23,7
sur granite (bas de pente)	0,56	55	99	24,1
sur basalte (bas de pente)	0,50	43	85	24,1
<u>30 jours</u>				
sur basalte	0,59	43	85	25,1
sur granite (bas de pente)	0,55	46	84	24,5
sur basalte (bas de pente)	0,50	46	84	24,5
<u>40 jours</u>				
sur basalte	0,59	37	63	26,6
sur granite (bas de pente)	0,53	42	80	23,6
sur basalte (bas de pente)	0,43	28	66	26,5
<u>60 jours</u>				
sur basalte	0,51	30	60	25,3
sur granite (bas de pente)	0,55	40	74	27,6
sur basalte (bas de pente)	0,40	25	62	27,2
<u>80 jours</u>				
sur basalte	0,57	27	47	28,7
sur granite (bas de pente)	0,45	7	67	29,0
sur basalte	0,40	7	67	29,0

* D'après les tables "hollandaises" in Boudet, 1975.

Fig. 16 Production moyenne annuelle des repousses à différents rythmes d'exploitation des principales formations pastorales de l'Adamaoua (Kg MAD/ha) *



* D'après les tables "hollandaises", Boudet, 1975

D'après Piot, Rippstein, 1975

3.8.6.4. Valeur pastorale des formations

La combinaison des critères d'appétibilité, de production et de valeur alimentaire des principales espèces constitutives des formations pastorales nous a permis de leur attribuer une valeur pastorale individuelle (V.P.I. : tab. 4) et, en la multipliant par leur contribution spécifique dans les formations, de déterminer, par leur somme totale, la valeur pastorale de la formation (cf. méthodes § 2.2.2.3 et tab. 16). Nous avons cependant distingué, dans le tableau 16 et les tableaux du chapitre IV, les valeurs pastorales des espèces ayant un indice "très bon", "bon", "moyen" et "médiocre", puis par leur addition, avons déterminé la valeur pastorale "totale".

On remarquera, tableau 16, que les formations sur sols basaltiques possèdent une valeur pastorale supérieure à celle des formations sur sols granitiques et que les formations dégradées ont une V.P. inférieure à 60 p.cent. Cette faible valeur est due essentiellement à la faible contribution des espèces à "très bon" indice. Toutes ces valeurs pastorales peuvent servir de référence pour l'Adamaoua.

Tab. 16 Valeurs pastorales de quelques formations naturelles de l'Adamaoua (p.cent)

Formations	Valeurs pastorales détaillées selon les espèces à indice :								V.P. totale (p.cent)
	"Très bon"		"Bon"		"Moyen"		"Médiocre"		
Basaltique récent (F) (interfluve)	22,2	+	45,8	+	1,4	+	0,8	70,2	
Basalte récent (F) (Bas-fond)	17,0		46,3		9,8		1,6	74,7	
Basalte ancien (R) (interfluve)	19,6		47,1		2,9		1,0	70,6	
Basalte ancien (R) (Bas-fond)	13,9		47,0		5,2		1,0	67,1	
Basalte ancien (V) (Parc vulgarisation)	21,5		44,9		3,6		0,3	70,6	
Granite (G) (interfluve)	11,9		34,2		15,3		0,2	61,6	
Granite (B) (Parcs Béka)	17,3		33,8		11,2		0,3	65,5	
Granite (G) (Bas de pente)	7,4		33,8		16,8		0,3	58,3	
Parcs à foin dégradé Cie Pastorale	5,8		39,6		10,9		1,4	57,7	
Parcelles de régénération de Djilougou	0		4,2		43,4		1,5	49,1	

3.8.6.5. Capacité de charge des formations naturelles

En fonction des résultats obtenus jusqu'ici, les capacités de charge des principales formations pastorales de l'Adamaoua ont pu être établies et sont portées dans le tableau 17.

3.8.7. Production secondaire (production de viande)

La production secondaire des formations naturelles a pu être mesurée dans différents systèmes d'exploitation des pâturages naturels de Wakwa. (Rippstein, 1980a et 1980b).

Ces résultats sont résumés dans les tableaux 18 et 19 et la figure 17 pour la saison des pluies et dans le tableau 20 et les figures 18 et 19 pour la saison sèche.

Tab. 17 Biomasse et capacités de charges potentielles des formations naturelles de l'Adamaoua

Importance du couvert arbustif Formation pâturée		Op.100	20p.100	30p.100	50p.100
Sols basaltiques	1. Biomasse (en Kg M.S./ha en fin de saison des pluies)	4000 - 5000	3500- 4500	3200 - 4200	2500 - 3500
	2. Capacité de charge. Saison des pluies *	450	400	370	300
	3a Sans complémentation. Saison sèche	125	125	125	125
	3b Complémentation. Saison sèche	250	250	230	200
Sols granitiques	1. Biomasse (en Kg de matière sèche) en fin de saison des pluies	3500 - 4500	3000 - 4000	2800 - 3800	2000 - 3000
	2. Capacité de charge. Saison des pluies *	350	300	280	280
	3a Sans complémentation. Saison sèche	125	110	100	80
	3b Complémentation. Saison sèche	250	225	200	150
Bas-fonds	1. Biomasse (en Kg de matière sèche)	6000 - 7000	5000 - 6000	4000 - 5000	3000 - 4000
	2. Capacité de charge. Saison des pluies *	0	0	0	0
	3a Sans complémentation. Saison sèche	500	450	420	350
	3b Complémentation. Saison sèche	1000	900	850	800
Cuirasses et sols squeletti- ques	1. Biomasse fin de saison des pluies	0 - 2000	0 - 1500	0 - 1200	0 - 1000
	2. Capacité de charge *	250	230	210	150
	a) Saison des pluies b) Saison sèche + complémentation	0 - 125	0 - 110	0 - 100	0 - 80

* Kg de poids vif par hectare

D'après Dulieu et Rippstein, in Boutrais et al, 1980

3.8.7.1. Saison des pluies

En saison des pluies, on observe qu'un système extensif (vaine pâture) sur basalte, avec un chargement de 165 kg de poids vif/ha, un animal en croissance a un gain pondéral moyen (GM) de 131,3 kg sur 167 j soit un gain quotidien (G.M.Q.) de 786 g. En système semi-extensif (rotation), sur les mêmes formations, le gain moyen et le G.M.Q. ne sont pas significativement différents ($p = 0,05$).

Par contre, la différence est significativement différente entre les gains réalisés sur basaltes et sur granitiques.

Cependant, les gains de poids vif par unité de surface sont significativement supérieurs dans les systèmes semi-extensifs par rapport à la vaine pâture : respectivement 181,7 Kg de gain de poids vif/ha sur basalte et 73,8 Kg en vaine pâture.

Cette différence est réduite lorsque l'on tient compte globalement des systèmes (parcs en charge + parcs en différé), c'est-à-dire une charge de 165 Kg/ha en vaine pâture et réduite à 300 Kg/ha pour le système semi-extensif en rotation si l'on tient compte des parcelles hors pâture 1 an sur 3 pour permettre un feu en période de saison sèche afin de lutter contre l'embuissonnement.

La figure 17 montre l'évolution des gains pondéraux au cours de la saison des pluies selon les types de formations végétales et les systèmes d'exploitation.

On remarque qu'en début de saison des pluies les G.M.Q. sont supérieurs à 1000 g/j alors qu'ils sont négatifs dès la fin des pluies, mi-octobre.

Tab. 18

Gains pondéraux périodiques et quotidiens par tête en saison des pluies
selon différents systèmes d'exploitation et différents types de pâturages

de jeunes zébus de 200-250 Kg.

Système (série)	Types de pâturages naturels :	Charges (Kg/PV/ha)		Type de rotation saisonnière	Gains moyens du 6/5 - 20/10 : 167 j		
		Saisonnière	Globale		GM(Kg/tête)	GMQ(g/tête/j)	Gain en p.cent du poids de départ
A	sur sols basaltiques rouges (50 p.cent) et granitiques (50 p.cent)	Début SP 145 Moyenne 165	Moyenne 165	Extensif : SR	131,3	786	61,8
B	sur sols basaltiques rouges et granitiques	Début SP 145 Moyenne 165	Moyenne 110	Extensif amélioré : RT sur 2 parcs Temps de passage : 2 mois Repos : 2 mois	128,5	769	54,6
C	sur sols basaltiques rouges et granitiques	Début SP 310 Moyenne 330	Moyenne 275	Semi-extensif : RT sur 5 parcs Temps de passage : 5-8 jours Repos : 23 - 30 jours	115,9	694	55,7
D	sur sols basaltiques rouges	Début SP 420 Moyenne 450	Moyenne 300	Semi-extensif : RT sur 6 parcs Temps de passage : 3-5 jours Repos : 23 - 30 jours	126,3	756	53,7
E	sur sols granitiques	Début SP 310 Moyenne 330	Moyenne 220	Semi-extensif : RT sur 6 parcs Temps de passage : 4-5 jours Repos : 28 - 32 jours	101,1	605	49,9
F	sur sols basaltiques forcés	Début SP 420 Moyenne 450	Moyenne 300	Semi-extensif : RT sur 5 parcs Temps de passage : 3-5 jours Repos : 27-28 jours	125,5	751	57,5

La charge saisonnière est le poids du troupeau divisé par la superficie des parcs exploités au cours de la saison.

La charge globale est le poids du troupeau divisé par la superficie totale des parcs du système, comprenant les parcs non exploités au cours de la saison.

D'après Rippstein, 1980a

Tab. 19

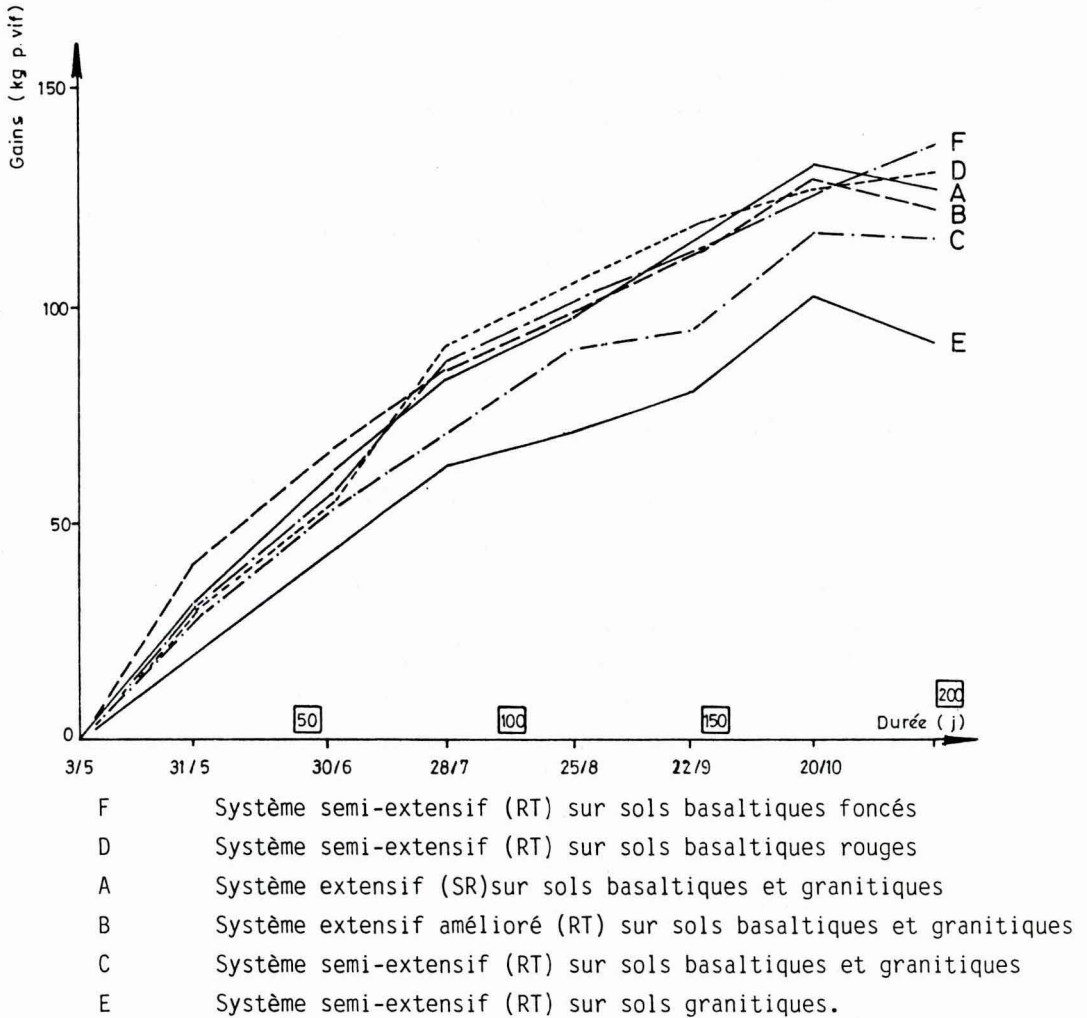
Gains pondéraux périodiques par hectare en saison des pluies

(Kg PV/ha)

Système d'exploitation	Charges moyennes		Poids des Animaux en SP (Moyenne pondérée)	Gains pondéraux			
	Saisonnière	Globale		Par ha de charge saisonnière moyenne		Par ha de charge globale moyenne	
				Du 6/5-20/10	Du 31/5-20/10	Du 5/5-20/10	Du 31/5-20/10
	Kg PV/ha (1)	Kg PV/ha (2)	Kg PV (3)	Kg PV/ha (4)	Kg PV/ha (5)	Kg PV/ha (6)	Kg PV/ha (7)
A	165	165	293,7	73,8	56,3	73,8	56,3
B	165	110	319,5	66,4	45,9	44,2	30,6
C	330	275	279,5	136,7	106,9	114,0	88,6
D	450	300	312,7	181,7	140,9	121,2	93,9
E	330	220	275,4	121,1	88,5	80,8	65,7
F	450	300	302,5	186,7	143,4	124,5	95,6

D'après Rippstein, 1980 a

Fig. 17 Gains pondéraux en saison des pluies



D'après Rippstein, 1980 a

3.8.7.2. Saison sèche

En saison sèche, l'évolution pondérale est limitée par les apports en protéines.

Sans complémentation, les témoins (lots 8 et 9) ont subi une perte constante et importante de poids tout au long de la saison : perte de 364 g/j pour des animaux de trois ans et 531 g/j pour des animaux de 4 ans pendant 160 jours soit près de 17 p.cent de leur poids de fin de saison des pluies.

Avec une légère complémentation azotée sous forme de tourteaux de coton (300 g/j/100 Kg de poids vif), les animaux maintiennent leur poids.

La complémentation sous forme de pâture de Stylosanthes guianensis le matin (lot 11) ne suffit pas pour éviter une perte de poids importante durant la saison sèche. L'évolution pondérale de ce lot est pratiquement identique à celle du lot témoin (lot 8) sans complément.

On remarque, d'autre part, que presque tous les systèmes provoquent une perte de poids des animaux en début de saison des pluies ou tout au moins un fléchissement de la courbe de croissance. C'est la phase dite de "soudure" qui correspond à la période des premières pluies pendant laquelle les animaux ne veulent plus consommer les herbes séchées sur pied ou à terre et se contentent des premières repousses qui ne permettent cependant pas, de par leur faible quantité, une ingestion suffisante pour le maintien du poids ou de la croissance. Après cette phase de soudure apparaît la phase de "compensation" pendant laquelle les animaux ont une prise de poids très rapide (G.M.Q. souvent supérieur à 1000 g) et compensent tout ou une partie des pertes de saison sèche et de début de saison des pluies.

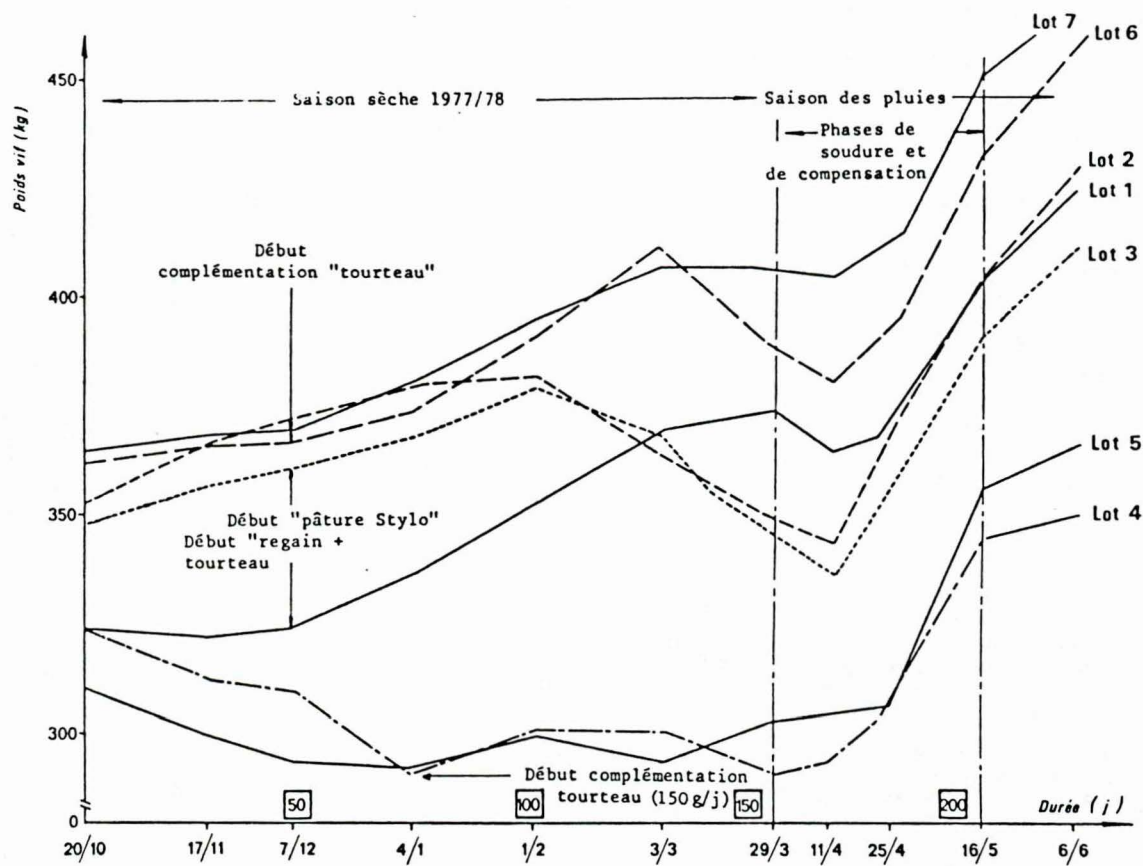
On remarquera cependant que les courbes des lots peu ou non complémentés ou sur pâturage pauvre, malgré des gains de poids importants pendant cette période, ne rattrapent jamais celles des lots ayant les meilleurs régimes alimentaires (lots 7 et 10).

Tab. 20 Evolution pondérale moyenne en saison sèche

L O T S Systèmes d'exploitation	Poids vif début S.S. (20/10/77)	Poids vif fin S.S. (29/3/78)	Poids après Compensation (16/5/78)	Gains ou pertes en S.S. (160 j)		Gains (jusqu'à la fin de la phase de compensation) (210 j)		Gains (phase de soudure et de compensation) (50 j)	
	Kg/tête	Kg/tête	Kg/tête	Kg/tête	p.100	Kg tête	p.100	Kg/tête	p.100
Lot 1 : ♂ 3 ans Regain + tourteau (300 g/j/100 Kg P.V.)	324,1	375,2	404,5	+ 51,1	+ 15,8	+ 80,4	+ 24,8	+ 29,3	+ 7,8
Lot 2 : ♂ 3 ans Pât. refus + bas-fond	353,6	348,9	404,8	- 4,7	- 1,3	+ 51,3	+ 14,5	+ 55,9	+ 16,0
Lot 3 : 3 ans Stylosanthes	348,4	345,0	392,1	- 3,4	- 0,9	+ 43,7	+ 12,5	+ 47,1	+ 13,7
Lot 4 : ♂ 3 ans Pât. refus granit. + tourteau (150 g/j)	323,7	290,8	345,5	- 32,9	- 10,2	+ 21,8	+ 6,7	+ 54,7	+ 18,8
Lot 5 : ♂ 3 ans Pât. refus granit. + tourt. (300 g/j)	310,9	303,5	355,8	- 7,4	- 2,4	+ 44,9	+ 14,4	+ 52,3	+ 17,2
Lot 6 : ♂ 3 ans Pât. refus basalt. + tourt. (300 g/j/+b)	362,8	387,7	432,3	+ 24,9	+ 6,9	+ 69,5	+ 19,2	+ 44,6	+ 11,5
Lot 7 : ♂ 3 ans Foin + tourt. (300g/j) + bas-fond	365,1	406,0	451,0	+ 40,9	+ 11,2	+ 85,9	+ 23,5	+ 45,0	+ 11,1
Lot 8 : ♂ 3 ans Elevage traditionnel (témoin)	343,8	285,6	349,5	- 58,2	- 16,9	+ 5,7	+ 1,7	+ 63,9	+ 22,4
Lot 9 : Idem 8 : ♂ 4 ans	512,2	427,3	489,9	- 84,9	- 16,6	- 22,3	- 4,4	+ 62,6	+ 14,7
Lot 10 : ♂ 3 ans Idem 8 + tourt. (300g/j)	356,3	355,9	394,4	- 0,4	- 0,1	+ 38,1	+ 10,7	+ 38,5	+ 10,8
Lot 11 : ♂ 3 ans Idem 8 + Stylosanthes (matin)	358,1	313,0	349,8	- 45,1	- 12,6	- 8,3	- 2,3	+ 36,8	+ 11,8

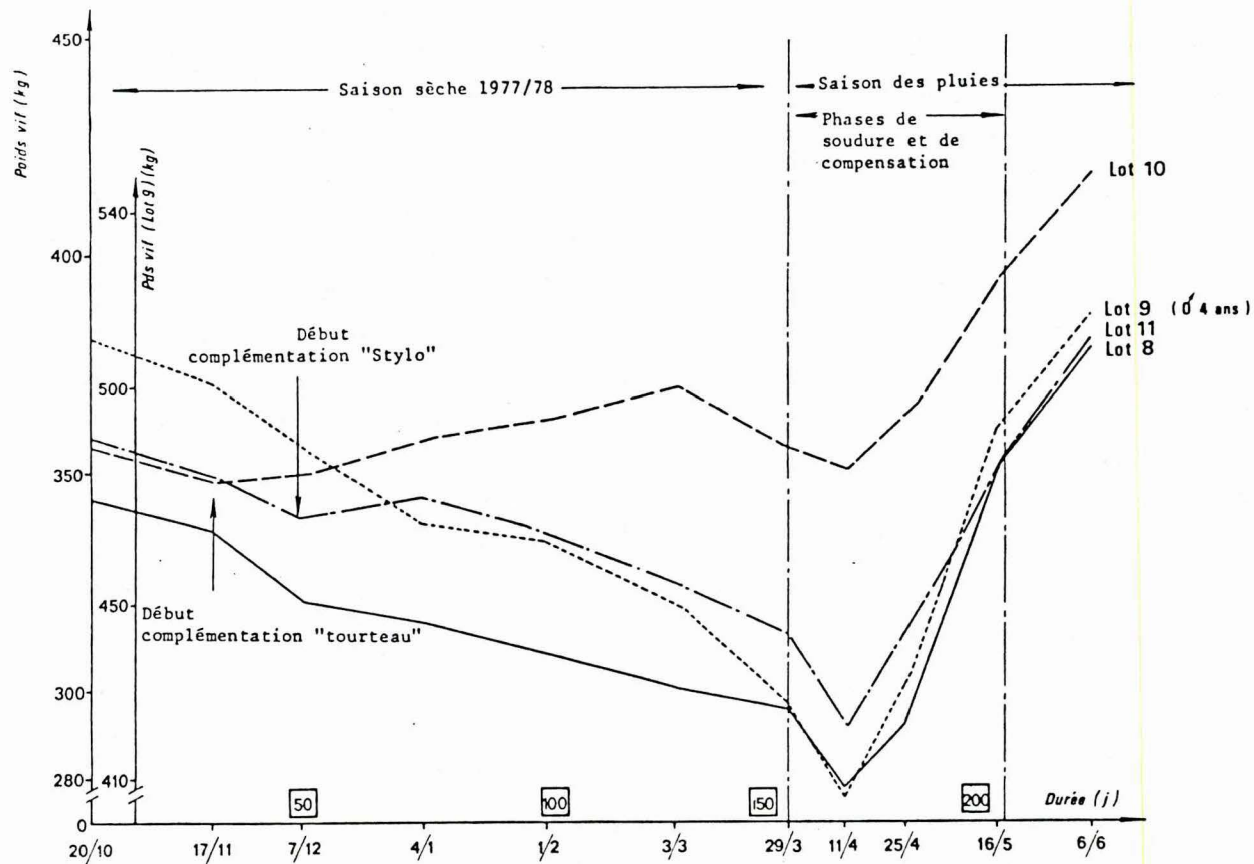
D'après Rippstein, 1980 b.

Fig. 18 Evolution pondérale en saison sèche et début saison des pluies
(Lots 1 à 7)



D'après Rippstein, 1980b

Fig. 19 Evolution pondérale en saison sèche et début saison des pluies
(Lots 8 à 11)



D'après Rippstein, 1980b

IV. EVOLUTION DE LA VEGETATION ET DE LA VALEUR PASTORALE DES PRINCIPALES FORMATIONA

Le dispositif expérimental mis en place dès 1956-57 à la Station fourragère de Wakwa et les contrôles botaniques devaient permettre de déterminer, à long terme, l'influence, sur la végétation et sur sa valeur pastorale, de différents facteurs liés à l'élevage : traitements de la végétation ligneuse (déboisement ou non déboisement), effets des feux, repos périodiques, chargements, systèmes d'exploitation des pâturages (vaine pâture ou rotation).

Nous avons analysé, dans ce chapitre, les influences de ces facteurs sur la végétation ligneuse et surtout sur le tapis herbacé et sur sa valeur pastorale.

4.1. Importance de la végétation ligneuse, évolution et influence sur le tapis herbacé

Nous avons vu, chapitre 3.8., que la végétation ligneuse est omniprésente sur le plateau de l'Adamaoua, excepté dans quelques stations ou zones particulières : prairies herbeuses à Sporobolus africanus de l'Ouest du Plateau et la zone de Goungel-Wassandé, prairies herbeuses des bas-fonds temporairement inondés et des cuirasses à Loudetia spp et Ctenium newtonii. Nous avons vu également que la strate ligneuse est étroitement liée aux influences climatiques, édaphiques et zooanthropiques et que sa présence pouvait limiter fortement l'élevage. C'est ainsi que Boutrais (1983) a montré que l'invasion du Plateau par la mouche Tsé-Tsé n'a pu progresser qu'avec un couvert ligneux assez dense, par les galeries forestières mais également lorsque le couvert est important sur les interfluves. Nous avons perçu ce phénomène, même sur la Station, car des prospections entomologiques ont permis de mettre en évidence la présence de glossines dans les parcs très envahis par les ligneux, en particulier sur sols granitiques. La présence de glossines dans les parcs sur sols basaltiques, moins envahis, n'a pas été démontrée. Dans les parcs déboisés, aucune de ces mouches n'a été capturée.

Néanmoins, tous nos animaux devaient être traités préventivement mais également curativement et une éradication chimique par pulvérisation aérienne a été entreprise par la Mission d'éradication de la mouche Tsé-Tsé en 1982.

Mais les ligneux n'ont pas que des aspects négatifs.

Monnier (1959), Monnier et Piot (1964), ont montré les possibilités de l'utilisation des ligneux comme piquets vifs de clôture ou de haie vive et pour l'ombrage nécessaire au confort des animaux.

Piot, (1966 b, 1969 a, 1970) a particulièrement étudié les possibilités d'utilisation, en saison sèche, des feuilles de certains ligneux (cf. annexe C1) comme aliment et particulièrement comme complément azoté au pâturage permettant aux animaux d'éviter, en saison sèche, une trop forte perte de poids. Il a démontré ainsi un des aspects importants de la complémentarité des strates ligneuses et herbacées dans les conditions de l'élevage extensif actuel de l'Adamaoua.

On connaît aussi l'importance, dans les régions sahéliennes, de la strate ligneuse pour la survie des animaux en saison sèche et la part qu'elle a dans l'alimentation des petits ruminants et particulièrement des chèvres (Le Houerou, 1982).

Klötzli et al (1981), en Tanzanie, ont préconisé l'exploitation de troupeaux mixtes, bovins et caprins, pour exploiter rationnellement les pâturages et lutter aussi contre l'envahissement par les ligneux.

4.1.1. Evolution du couvert ligneux

Dans le dispositif de départ, des parcs étaient restés non déboisés, quelques-uns déboisés sélectivement et d'autres déboisés entièrement et ceci dans les trois formations distinguées (cf. protocole, annexe A1).

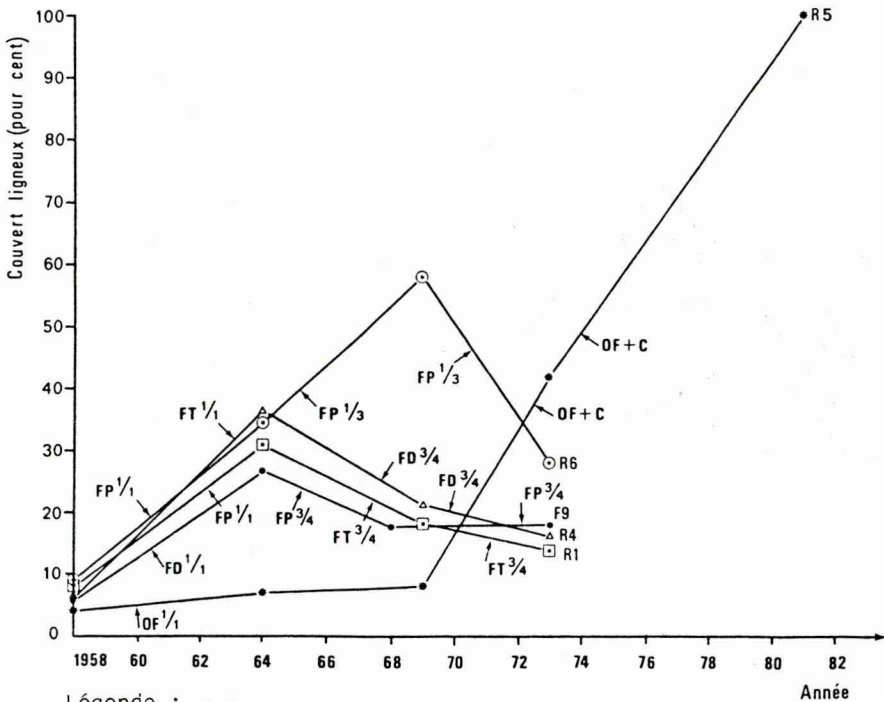
Nous avons montré (Rippstein et Boudet, 1977) l'évolution du couvert ligneux dans les parcs de la Station fourragère en fonction des feux. Nous avons illustré cette évolution dans les figures 20 et 21 et nous en rappelons ici les principales conclusions :

- le couvert ligneux et son évolution sont étroitement liés au type de sol (plus fort embuissonnement sur sols granitiques que sur sols basaltiques) et à l'absence ou à la présence de feux efficaces,
- sans feux et sans pâturage différé pendant environ 15 années (parcs R5 et G5), le couvert ligneux tend vers une forêt basse fermée sur terrains granitiques et vers une savane boisée sur terrains basaltiques (photo 7),
- avec feux précoces tous les trois ans (R6), l'embroussaillage se poursuit. Avec feux précoces tous les deux ans, l'embroussaillage est faiblement retardé sur granite (G4A) et très réduit sur basalte (R4). Après feux précoces 3 ans sur 4, le contrôle de l'embroussaillage est effectif tant sur granite (G1) que sur basalte (R1, F9),
- les feux de pleine saison sèche réduisent l'embroussaillage. Ils sont très efficaces tous les 2 ou 3 ans et, appliqués 3 ans sur 4, ils réduisent le couvert ligneux à moins de 15 p.cent sur basalte (R1),
- les feux différés même appliqués tous les 3 ans, peuvent réduire en 10 ans l'embroussaillage de moitié sur granite (G6A).

Les feux ne sont efficaces que lorsqu'ils sont alimentés par une biomasse herbacée importante ce qui implique donc qu'elle n'ait pas été exploitée en saison des pluies. Ceci est primordial.

Nos expériences et nos conclusions renforcent et confirment celles obtenues en Afrique par de nombreux chercheurs dont Aubréville (1948), West (1958, 1965), Guilloteau (1959), Hopkins (1965), Rose Innes (1971), Vuattoux (1970), Afolayan (1978, 1979), Klötzli et al (1981) ou les conclusions de Pratt et Gwynne (1977) et de Lamotte et Bourlière (1978) entre autres.

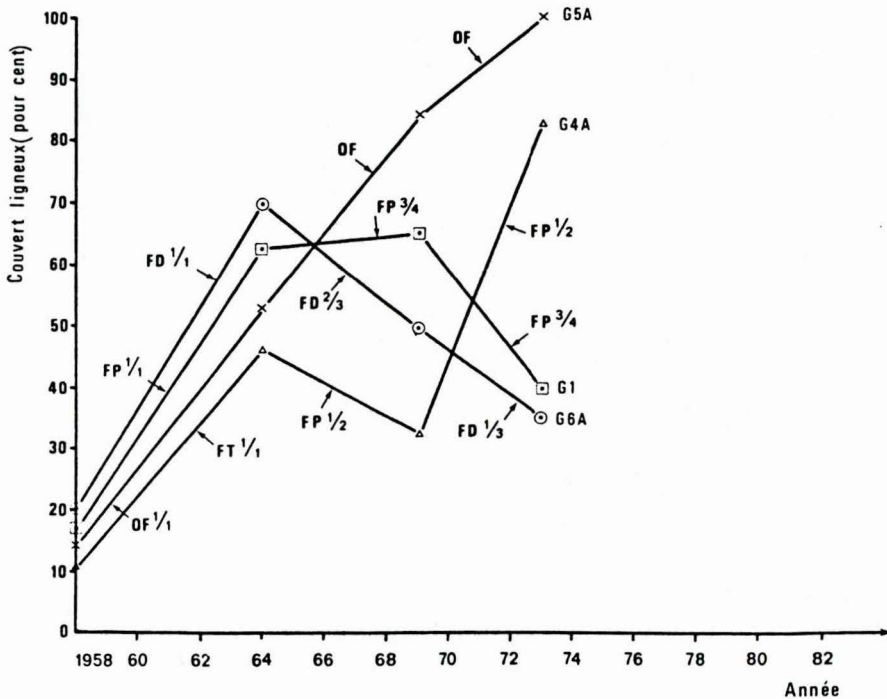
Fig. 20 Evolution du couvert ligneux sur sols basaltiques
Influence des feux



Légende :

- OF : zéro feu (sans feu)
- FP : Feu précoce
- FT : Feu tardif
- FD : Feu différé
- 1/1 : 1 an sur 1 (= chaque année)
- 1/3 : 1 an sur 3 (tous les 3 ans)
- 3/4 : 3 ans sur 4
- R1, R2, R5, F9 = No des parcs
- C : Complémentation au pâturage (tourteau de coton)

Fig. 21 Evolution du couvert ligneux sur sols granitiques
Influence des feux



Légende :

- OF : Zéro feu (sans feu)
- FP : Feu précoce
- FT : Feu tardif
- FD : Feu différé
- 1/1 : Feu 1 an sur 1 (chaque année)
- 1/2 : Feu 1 an sur 2 (tous les 2 ans)
- 1/3 : Feu 1 an sur 3 (tous les 3 ans)
- 3/4 : Feu 3 ans sur 4
- G1, G4A, G5A, G6A : No des parcs

4.1.2. Evolution du couvert herbacé

La végétation ligneuse a une influence évidente sur la strate herbacée et il suffit d'observer la végétation sous la couronne des arbres pour constater que le couvert y est clairsemé et les espèces fort différentes de celles présentes ailleurs. Des espèces essentiellement sciaphiles, des cypéracées et des fougères composent ce tapis herbacé.

Mais nous avons surtout mesuré l'influence des ligneux sur la végétation appétée héliophile, influencée ou non par le micro-climat frais et humide créé par la présence des arbres et des arbustes; les lignes d'observation évitaient le couvert ligneux.

L'analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés des différentes formations et la comparaison des relevés de la strate herbacée dans les parcelles déboisées et non déboisées ont permis les observations suivantes :

- sur sol granitique (fig. 22), on distingue nettement, dans les axes 1 et 2, les relevés des parcelles non déboisées de ceux des parcelles déboisées. Les parcelles déboisées se répartissent dans la partie négative de l'axe 1 et les parcelles boisées dans la partie positive du même axe. A l'intersection des deux ensembles, les relevés des parcs non déboisés peu envahis par les ligneux et ceux des parcs déboisés ayant connu un envahissement progressif se regroupent car le déboisement n'a pas été entretenu. Les relevés des parcs déboisés sélectivement se répartissent plutôt avec ceux des parcs déboisés.
- sur sol basaltique (fig. 23), la même analyse ne permet pas de distinguer les différents parcs. L'ensemble distingué dans la partie négative de l'axe 2 est particulier. Il comprend tous les relevés de deux parcs, F16 et F17, qui ne sont presque, en fait, que les seules parcelles typiques sur sol basaltique foncé. C'est sur ces sols qu'ont été aussi aménagées les parcelles des prairies temporaires (série des parcs T, cf. aussi fig. 2).

Fig.22 Analyse en composantes principales de la matrice de similitude
des relevés sur sol granitique (axes 1 et 2).
Comparaison des relevés dans les parcs déboisés, non déboisés
et déboisés sélectivement.

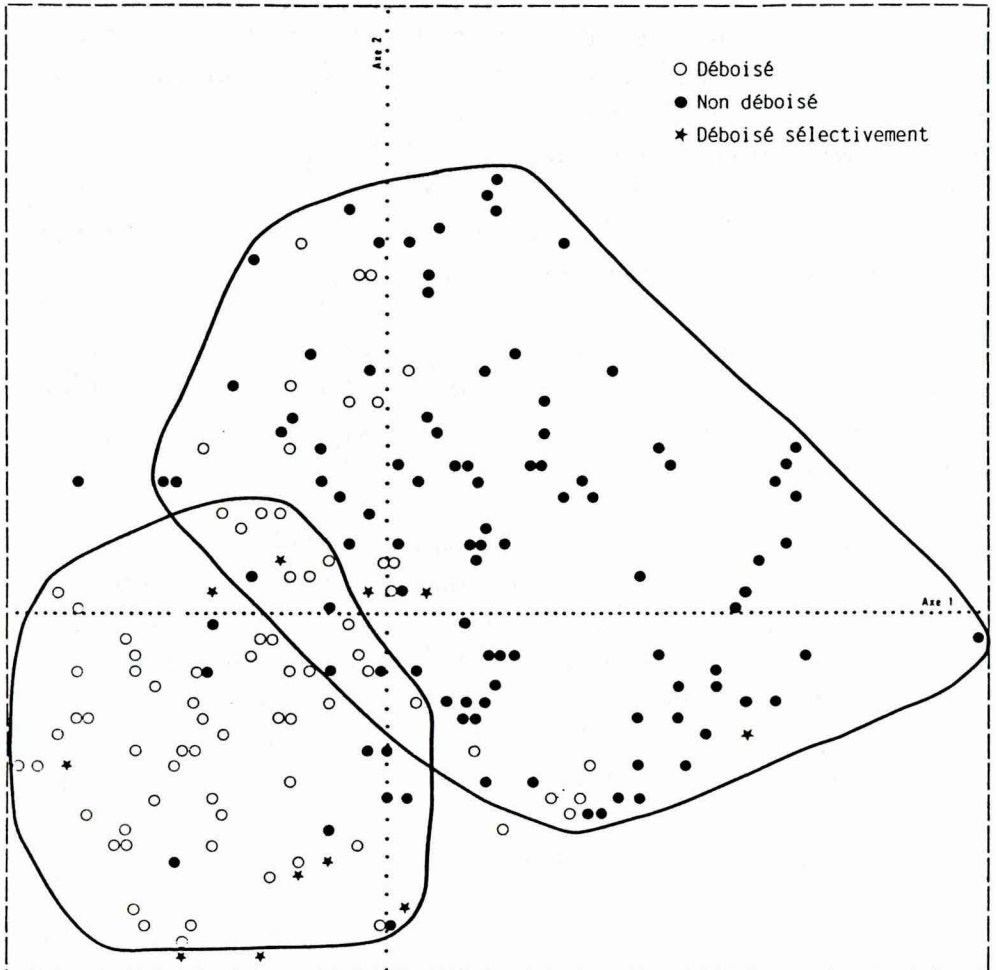
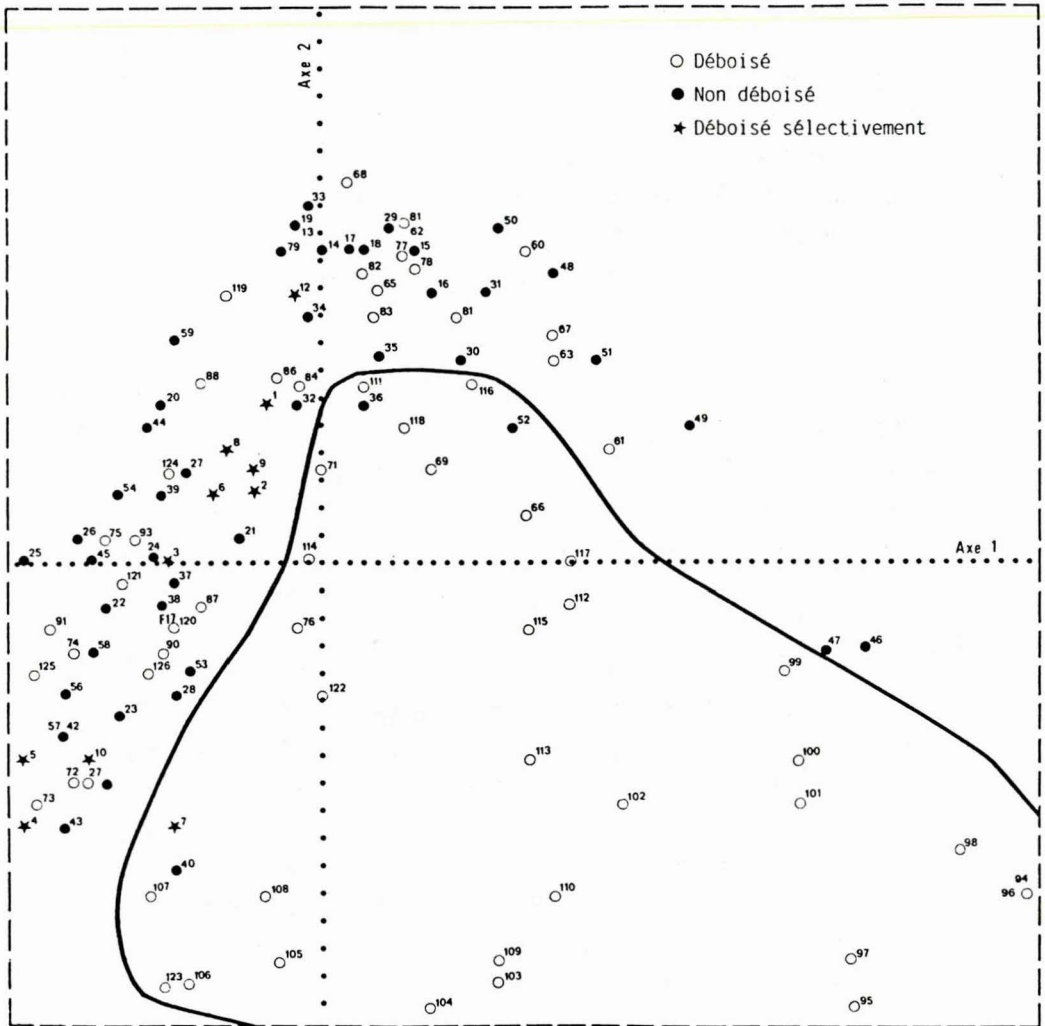


Fig.23 Analyse en composantes principales de la matrice de similitude
des relevés sur sol basaltique foncé (Axes 1 et 2).
Comparaison des relevés dans les parcs déboisés, non déboisés et
déboisés sélectivement.



Le tableau 21 permet de comparer les contributions moyennes des espèces et les valeurs pastorales des deux types de parcelles et de relevés extrêmes. Les deux relevés extrêmes ont été effectués dans une parcelle peu envahie (G12) et dans une parcelle très envahie (G5B).

On constate, autant pour les relevés moyens que pour les relevés extrêmes, une différence importante de la contribution moyenne de H. diplandra (14,6 p.cent) et Setaria sphacelata (9,4 p.cent) en faveur des parcs déboisés alors que la différence entre les "graminées diverses" (10,4 p.cent) et surtout entre les Loudetia kagerensis (15,1 p.cent) est en faveur des parcs boisés. Les contributions des autres espèces montrent peu de différences.

Le tableau 22 illustre l'évolution de la végétation herbacée dans un parc qui a connu un très important et rapide embuissonnement (G5A) par suite d'un chargement permanent pendant 20 années et d'absence de feu. En 1976, un déboisement sélectif a été effectué. Il a été suivi par des feux tardifs jusqu'en 1980 (le relevé de 1981 est donc particulier). On y observe la diminution de H. diplandra (-17,0 p.cent), mais pas de S. sphacelata. Les "graminées diverses" et Paspalum spp ont vu leur contribution fortement augmenter en début de période pour se maintenir ensuite à un niveau assez élevé. A. schirensis diminue de façon très significative (de 21,1 à 0,8 p.cent). Loudetia kagerensis n'évolue pas. Il semble qu'en 1958, sa contribution était déjà élevée et que d'autres facteurs que le couvert ligneux aient eu une influence, en particulier le chargement et l'absence de repos périodique. Il en est de même pour d'autres espèces telles que P. phragmitoïdes et Urelytrum thyrsoïdes qui augmentent de façon importante sans que cela semble lié au couvert ligneux puisque leur contribution reste forte en 1981.

On peut conclure que l'envahissement par les ligneux augmente la fréquence surtout des "graminées diverses" et de Paspalum spp alors que H. diplandra diminue de façon significative.

Tab. 21

Comparaison des contributions moyennes des espèces dans les
relevés des parcelles non déboisées et déboisées sur sols
granitiques (C.S. p.cent) et des valeurs pastorales
(en p.cent)

<u>Traitements</u>		Déboisé		Non déboisé	
<u>Espèces</u>	Relevé extrême (G12 : 326)	Moyenne n = 5	Différence moyenne	Moyenne (s) n = 5	Relevé extrême (G5B : 264)
Bra	3,2	3,4 +/- 2,6	(-) 0,9	2,5 +/- 3,1	0
Hru	0,8	2,9 +/- 2,0	(-) 2,4	0,5 +/- 0,7	0
Hdi	14,2	19,2 +/- 6,9	(-) 14,6	4,6 +/- 3,7	6,4
Pap	13,7	17,0 +/- 8,3	(-) 0,7	16,3 +/- 7,2	10,6
Hbr	10,3	7,2 +/- 3,7	(-) 4,1	3,1 +/- 2,5	0,6
Sch	0,2	0,9 +/- 0,7	(+) 1,3	2,2 +/- 2,7	1,9
Set	18,7	11,9 +/- 7,3	(-) 9,4	2,5 +/- 4,9	0
Hfi	16,7	10,6 +/- 5,3	(+) 0,5	11,1 +/- 10,7	0,6
Pas	0	0,2 +/- 0,2	(+) 2,9	3,1 +/- 3,9	11,4
Ure	11,2	4,7 +/- 3,1	(+) 2,6	7,3 +/- 5,1	7,0
Asi	0	3,4 +/- 2,5	(-) 1,7	1,7 +/- 1,7	1,5
Ldi	0	0,1 +/- 0,2	(-) 0,1	0	0
Gdi	8,0	9,2 +/- 3,8	(+) 10,4	19,6 +/- 10,0	38,3
Lka	0	4,8 +/- 3,5	(+) 15,1	19,9 +/- 6,1	19,2
Pdi	0,7	0,6 +/- 0,3	(+) 1,0	1,6 +/- 0,9	0,4
divers	2,3	3,9	(+) 0,1	4,0	2,1
<u>Total</u>	100,0	100,0		100,0	100,0
<u>Valeurs pastorales (p.cent)</u>	66,2	63,3 +/- 3,5	(-) 3,7	59,6 +/- 3,3	55,0
<u>Nbre de relevés</u>	1	76		97	1

Tab. 22 Evolution de la végétation herbacée dans un parc
envahi par les ligneux (G5A) -
 Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1958	1959-63	1966-74	<u>Tendance</u>	1981	<u>Moyenne des</u> <u>Parcs G</u>
<u>N° relevés</u>	244	245-248	250-257	<u>d'</u> <u>évolution</u>	258	1970 - 81
<u>Espèces</u>						
Bra	3,2	1,3	0,9	-	0,5	2,6
Hru	0	0,3	0	0	0	0,7
Hdi	21,2	15,2	4,2	--	0,2	10,9
Pap	6,1	10,2	18,0	++	20,5	15,8
Hbr	3,8	6,3	0,7	-	0,7	4,6
Sch	0	0,3	1,6	+	7,0	2,2
Set	7,8	1,6	8,4	0	4,2	5,5
Hfi	6,7	3,9	0,7	-	16,7	11,8
Pas	0	0	10,6	++	3,8	1,1
Ure	2,6	1,8	12,9	++	12,0	8,5
Asi	21,1	12,1	0,8	--	0	3,8
Lai	0,3	0,3	0,2	0	1,1	0,2
Gdi	10,4	27,7	17,7	+	9,6	11,4
Lka	15,4	12,5	16,0	0	21,0	14,7
Pdi	0,9	2,1	2,4	+	0,7	1,2
Divers	0,5	5,1	4,9	+	2,0	5,0
<u>Surf. de base</u>	3,31	4,92	5,66	+		
(p.cent du sol)						

Légende :

0	pas d'évolution	+	légère progression
-	légère régression	++	forte progression
--	forte régression	+++	très forte progression
---	très forte régression		

4.1.3. Evolution de la production et de la valeur pastorale

Nous avons montré, tableau 17 § 3.8.6.5., que les capacités de charge-ments des parcs diminuaient avec l'embuissonnement. Ces observations ont été faites sur les parcs de la Station avec des animaux. C'est ainsi que les parcs G4, G5, G9 et R5 ont perdu progressivement de leur capacité de charge de départ qui se situait à 400-500 Kg de poids vif par hectare pour être réduite, après une quinzaine d'année, de 50 p.cent pour les parcs les moins envahis.

Les parcs sur granite ayant atteint un couvert ligneux de 100 p.cent (G5) ont dû être mis hors pâture. La photo aérienne n° 7 montre ce couvert fermé du parc G5 à côté des parcs G4A et G4B en haut et G12 à gauche.

Cette diminution de la couverture herbacée totale et de la production est en outre aggravée par une diminution de la valeur pastorale du tapis "hors couvert ligneux" dans les parcs fortement envahis, en particulier les parcs sur sol granitique, puisque les espèces à faible indice pastoral prennent de l'importance alors que H. diplandra, à indice élevé, tend à disparaître.

La comparaison des valeurs pastorales moyennes de tous les relevés sur parcelles déboisées et non déboisées des trois principales formations, rapportée dans le tableau 23, montre que sur granite, la valeur pastorale est significativement supérieure, dans les formations déboisées, à celle des formations non déboisées alors que pour les formations sur basaltes, la V.P. ne montre pas de différence suivant les traitements de la strate ligneuse, comme l'avaient déjà montré les figures 22 et 23 pour les contributions spécifiques.

Dans les parcs peu envahis par les ligneux, l'évolution de la V.P. n'est pas liée à celle du couvert ligneux comme le montrent les exemples des figures 25 et 27 pour les parcs n'ayant pas été déssouchés, ou pour les parcs ayant été déssouchés en 1956 (615 et 617, fig. 24 et 26) et ayant comme un réenvahissement progressif par les espèces ligneuses. Dans les parcs très envahis (G5A, tab. 22 et fig. 28) la valeur pastorale diminue progressivement avec l'augmentation du couvert ligneux et après le déboisement sélectif de 1975 effectué dans G5A, on peut observer l'augmentation de la valeur pastorale en fonction de l'augmentation de la contribution spécifique des "bonnes espèces" (+7 p.cent) et la diminution de celle des espèces "moyennes".

Tab. 23

Comparaison des valeurs pastorales moyennes
dans les parcelles déboisées et non déboisées
des différentes formations de l'Adamaoua
Contribution spécifique moyenne (p.cent)

Formations	Déboisé moyenne (S)	Non déboisé moyenne	Différence (P = 0,05)
Sur granite (G)	63,3 +/- 3,5 (n = 76)	59,6 +/- 3,3 (n = 97)	Hautement significative
Sur basalte récent (F)	70,8 +/- 3,7 (n = 68)	70,0 +/- 3,2 (n = 46)	Non significa- tive
Sur basalte ancien (R)	68,3 +/- 3,8 (n = 88)	67,9 +/- 3,5 (n = 66)	Non significa- tive

Légendes :

S : Ecart-type

n : Nombre de parcelles

Fig. 24

Evolution de la valeur pastorale
Parc déboisé - sol granitique (G15)

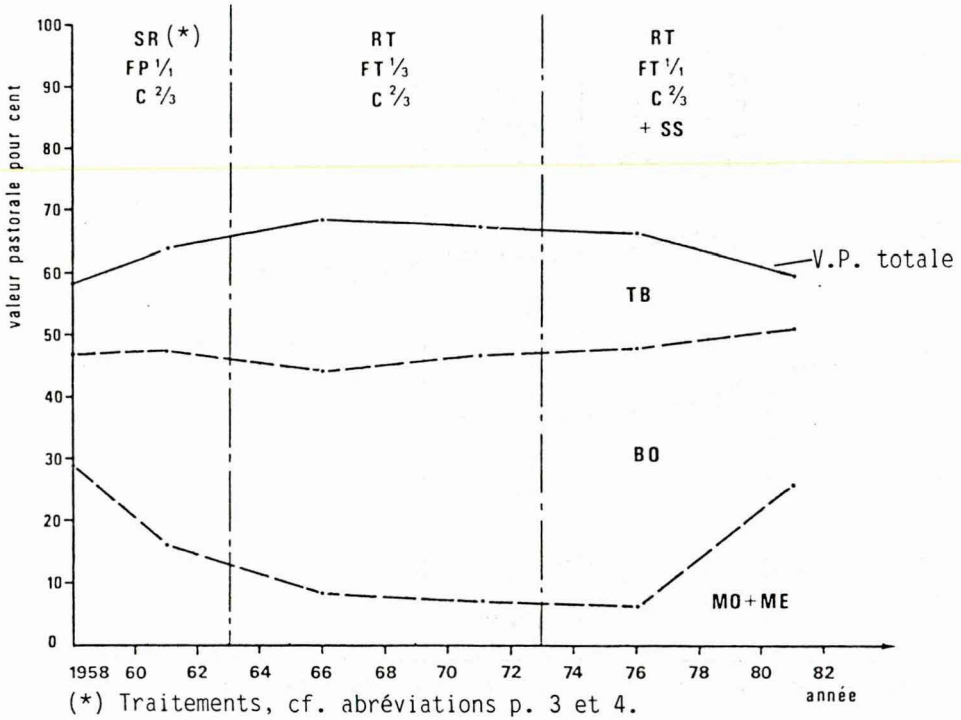


Fig. 25

Evolution de la valeur pastorale
Parc non déboisé - sol granitique (G6A)

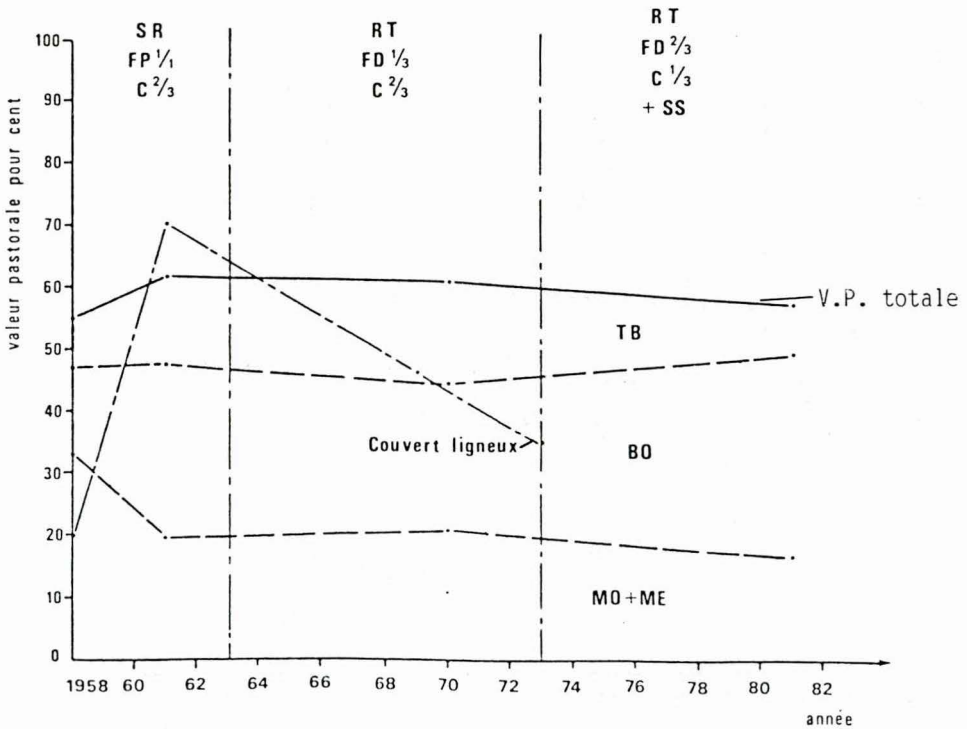


Fig. 26

Evolution de la valeur pastorale
Parc déboisé - sol granitique (G17)

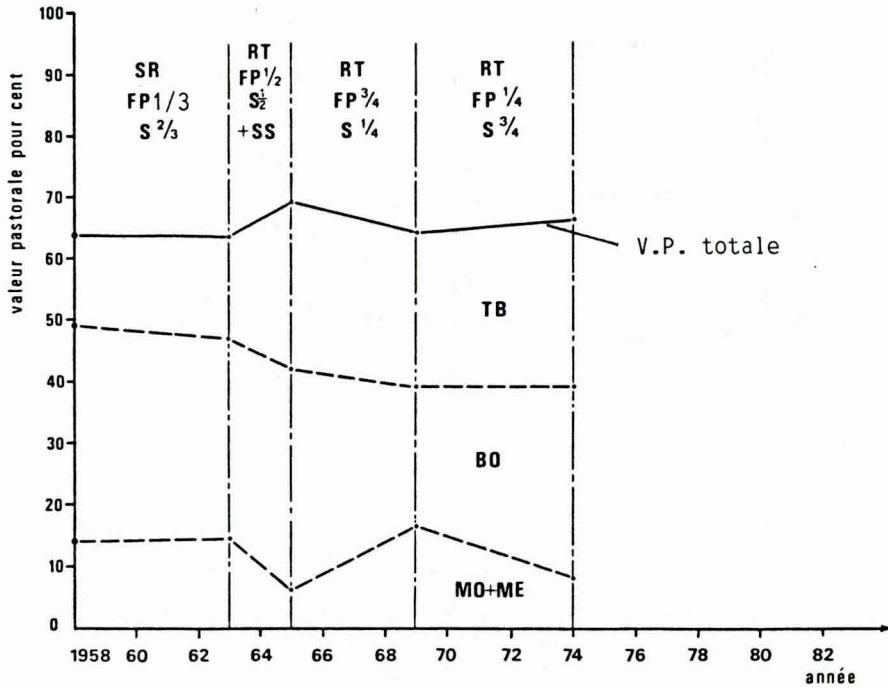


Fig. 27

Evolution de la valeur pastorale
Parc non déboisé - sol granitique (G1)

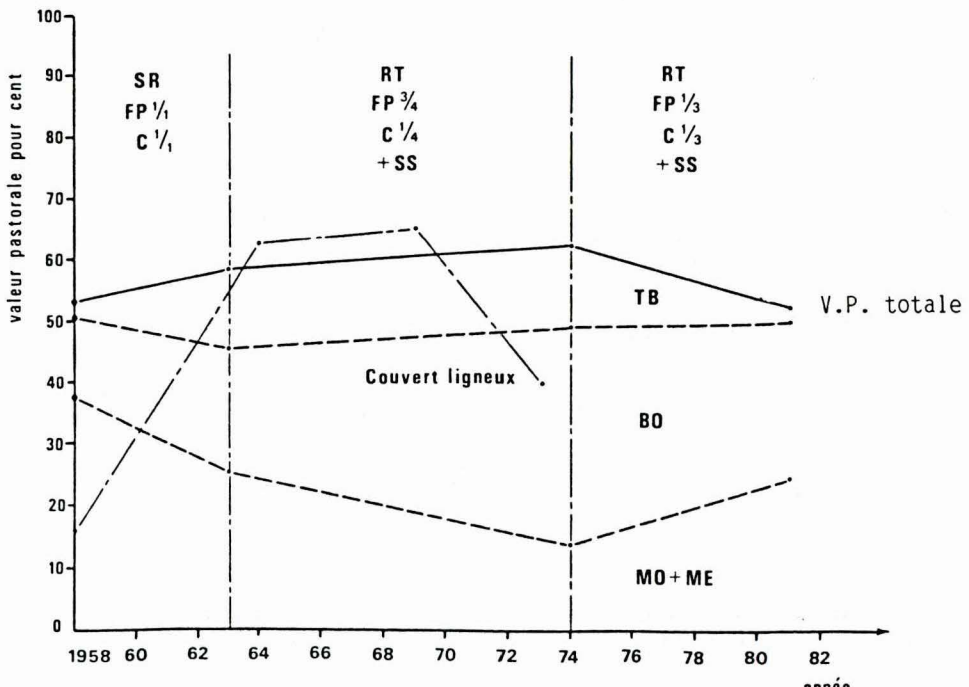
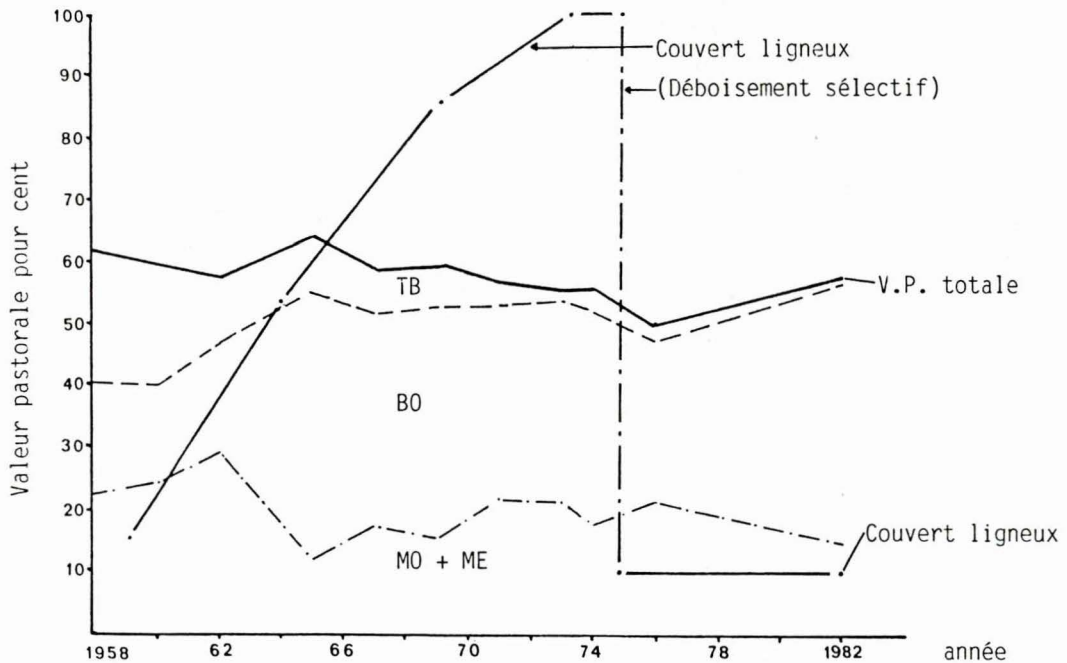


Fig. 28

Evolution du couvert ligneux et de la valeur pastorale d'une formation sur sol granitique (G5A), exploitée avec charge correcte, sans feu, puis déboisée sélectivement



Légende :

- V.P. : Valeur pastorale "totale"
- T.B. : Valeur pastorale des "très bonnes" espèces
- B.O. : Valeur pastorale des "bonnes" espèces
- M.O. : Valeur pastorale des espèces "moyennes"
- M.E. : Valeur pastorale des espèces "médiocres"

4.2. Influences du système d'exploitation (rotation et sans rotation)

Les parcs de la Station fourragère ont été exploités dès 1957, en début d'expérience, en vaine pâture (ou pâture continue), le troupeau restant en permanence dans le parc en saison des pluies (cf. protocole Annexe A1).

Dès 1964, le système d'exploitation est modifié. L'exploitation en rotation rapide, selon les concepts de Voisin (1957) est adopté.

Un troisième système, dit en rotation lente ou de prévulgarisation (série des parcs V) a été mis en place en 1967 sur 3 parcs de 30 ha chacun, comprenant des terrains granitiques et basaltiques et exploités selon le schéma de la figure 29. Chaque année, deux parcs sont pâturés en rotation lente (30 à 60 jours de temps de passage) avec repos de saison des pluies 1 an sur 3. En saison des pluies, la charge moyenne (250 Kg poids vif/ha) est donc répartie par demi-saison des pluies sur 2 parcs (125 Kg de charge globale) et les trois parcs sont exploités en continu en saison sèche sous charge faible (85 Kg/ha). Ils subissent périodiquement, après repos, un feu précoce et l'année suivante, un feu différé (de début de saison des pluies) après pâture de la moitié de la saison des pluies.

Fig. 29 Système d'exploitation en rotation lente (série de prévulgarisation : parcs V)

	Mai	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Avril
	Saison des pluies						Saison sèche					
Parcelle 1	////////			////			////////////////////////					
Parcelle 2		////			///		////////////////////////					FD
Parcelle 3								FP			///	
											repousses	

/// Période de charge
 FD Feux différés
 FP Feux précoces

Dans les tableaux 24 a 26 , nous avons comparé la composition botanique, le couvert de base des espèces et la valeur pastorale des formations, selon les différents systèmes et pour tous les parcs, dans la courte période comprise entre la dernière année d'exploitation sans rotation et les premières années d'exploitation en rotation.

Les résultats du troisième système sont ceux d'un des trois parcs de la série V.

Ainsi, on observe que la composition botanique des formations sur sols basaltiques (tab. 24) n'est guère modifiée par le passage d'un système d'exploitation à l'autre. Cela se traduit donc, pour les valeurs pastorales, par des différences non significatives.

Par contre, pour la formation sur sol granitique (tab. 25), la contribution spécifique des espèces est modifiée : H. diplandra augmente de façon significative (+ 16,6) alors que les "graminées diverses" diminuent (-9,8) et ceci n'est pas la conséquence de l'embroussaillage qui, au contraire, aurait plutôt tendance à faire augmenter la contribution des "graminées diverses", comme nous l'avons vu au chapitre précédent.

Il s'ensuit, avec rotation sur sol granitique, une augmentation sensible de la valeur pastorale qui passe de 62,7 à 65,5, soit une augmentation relative de 4,7 p.cent.

Mais le fait le plus marquant, avec le passage au système avec rotation, est l'augmentation hautement significative, dans toutes les formations, de la couverture du tapis herbacé au niveau du sol qui augmente relativement de 30 à près de 70 p.cent dans les formations basaltiques et de 27,2 p.cent dans les formations granitiques.

Si nous retenons, dans nos calculs, tous les relevés utilisés sans rotation et avec rotation (tab. 26) les résultats sont encore plus favorables pour le système avec rotation.

Ceci s'explique par le fait qu'il y a, dans de nombreux parcs, combinaison de l'effet du repos mensuel avec celui du repos annuel ou pluri-annuel analysé plus loin.

Tab. 24 Evolution de la végétation herbacée, de sa valeur pastorale et de sa surface de base totale, dans des parcelles sur sols basaltiques exploitées sans rotation et en rotation rapide
Contribution spécifique (p.cent)

Formation	Basaltiques récents (F)			Evolution	Basaltiques anciens (R)			Evolution
Type d'exploitation	SR(*)	RT			SR	RT		
Nombre de parcs	7	7			12	12		
<u>Espèces</u>								
Aga	3,3	2,9	0		2,8	4,7	+	
Bra	5,1	3,2	-		5,5	4,7	0	
Hru	16,4	14,5	-		8,4	7,0	-	
Hdi	9,9	14,1	+		7,6	12,6	+	
Pap	31,9	29,7	0		33,9	29,6	-	
Hbr	4,8	4,2	0		2,9	2,6	0	
Set	2,8	7,6	++		11,2	15,2	+	
Hfi	4,1	6,1	+		13,3	9,3	-	
Gdi	6,3	6,9	0		6,4	5,1	0	
Spy	1,5	1,8	0		1,3	2,2	+	
Imp	3,0	2,2	0		1,3	1,0	0	
Pdi	2,1	1,3	-		1,7	0,9	0	
Divers	8,8	5,5	-		4,3	5,0	0	
Surface de base moyenne (p.cent du sol)	6,40	8,36	+30,6%		6,32	10,63	+ 68,2 %	
Ecart-type (s)	+/- 1,64	+/- 1,23			+/-0,85	+/- 2,22		
Différence (P=0,05)			≠ HS				≠ HS	
Val. pastorale	TB 28,8	28,5	0		20,5	24,4		
moyenne (p.cent)	BO 36,1	36,5	0		43,2	41,6		
	MO 5,1	5,2	0		5,0	4,2		
	ME 1,6	1,1	0		0,8	0,6		
Totale	71,64	71,20	≠ NS		69,49	70,78	≠ NS	
(s)	+/- 2,71	+/- 1,50	(P=0,05)		+/-1,93	+/- 2,25	(P=0,05)	

* Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Tab. 25 Evolution de la strate herbacée, de sa valeur pastorale et de la surface de base totale dans des parcelles sur sols granitiques exploitées sans rotation (vaine pâture) et en rotation rapide
Contribution spécifique (p.cent)

Type d'exploitation	Sans rotation		Avec rotation rapide		Tendance évolutive	
Nombre de parcs (n)	13		13			
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type		
<u>Espèces</u>						
Bra	4,9		2,8		-	
Hru	1,0		1,2		0	
Hdi	9,8		16,4		++	
Pap	21,8		25,6		0	
Hbr	4,8		4,3		0	
Set	6,5		9,2		0	
Hfi	8,6		5,2		-	
Ure	1,7		5,1		+	
Asi	4,7		5,2		0	
Gdi	20,7		10,9		--	
Lka	8,8		5,5		-	
Pdi	1,8		1,0		0	
Divers	4,9		7,6		+	
<hr/>						
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)		6,76 +/- 1,09		9,31 +/- 2,13		+ 27,2 (p.cent)
Différence						≠ HS (P = 0,05)
<hr/>						
<u>Val. pastorale</u> (p.cent)	TB	13,6		17,6		+
	BO	30,8		35,8		+
	MO	18,0		12,5		-
	ME	0,4		0,2		-
Totale		67,7 +/- 2,3		65,5 +/- 3,0		+ 4,5 p.cent
Différence						≠ S (P = 0,05)

Tab. 26 Comparaison de la surface de base couverte par le tapis herbacé des formations sur sols basaltiques et sols granitiques exploitées soit sans rotation, soit avec rotation rapide (p.cent du sol)

<u>Système d'exploitation</u>	Sans rotation		Avec rotation		Différence (P = 0,05)
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
<u>Surface de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>					
- sur sols basaltiques récents (F)	5,67 +/- 1,25		7,94 +/- 1,85		+ 39,9 p.cent ≠ HS
(nbre de relevés)	(50)		(36)		
- sur sols basaltiques anciens (R)	6,01 +/- 1,14		10,14 +/- 2,32		+ 68,7 p.cent ≠ HS
(nbre de relevés)	(79)		(64)		
- sur sols granitiques (G)	5,48 +/- 1,19		8,16 +/- 2,24		+ 48,9 p.cent ≠ HS
(nbre de relevés)	(64)		(80)		

En effet, dans les parcs exploités sans repos annuel périodique (G5, F16, F17), on observe une très faible augmentation de la surface de base avec le passage au système avec rotation, et ceci particulièrement pour les formations sur sols basaltiques récents et sur sols granitiques.

Pour le système à rotation lente (tab.27) on constate une grande stabilité de la composition, de la contribution des espèces, de la valeur pastorale et du couvert. Ce dernier reste stable mais à une valeur intermédiaire entre "sans rotation" et "avec rotation" des sols basaltiques anciens.

Tab. 27 Evolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale sous feux précoces et différés (1 an sur 3), avec charge moyenne en saison des pluies et en saison sèche, en rotation lente (temps de passage, 30 j), dans un parc déboisé sélectivement, sur basalte (Parc V1)

<u>Périodes</u>	1967	1970	1971	1973	1974	(1977)	<u>Tendance</u>	
<u>No relevés</u>	736	737	738	739	740	(741)	<u>évolutive</u>	
<u>Espèces</u>								
Aga	14,9	4,9	5,5	10,7	9,0	3,7	-	
Bra	7,3	5,7	4,7	6,1	9,8	9,4	+	
Hru	1,4	2,1	0	1,2	0	0	-	
Hdi	18,0	7,6	10,7	4,1	11,9	7,2	0	
Pap	20,7	21,9	30,7	34,5	27,5	26,1	+	
Hbr	0,8	0,7	0	2,2	0	2,7	0	
Set	11,1	15,7	13,8	13,5	16,6	7,5	0	
Hfi	19,7	29,1	29,0	21,4	19,4	27,2	0	
Gdi	1,1	0,3	2,4	0,8	0,9	0,1	0	
Pdi	1,9	2,5	0,7	1,4	0,7	0,8	0	
Divers	3,1	9,5	2,5	4,1	4,2	15,3	0	
<u>Surface de base</u>								
(p.cent du sol)	7,55	6,43	6,24	9,86	7,30	-	0	
Moyenne : 7,48								
<u>Val. pastorale</u>								
(p.cent)	TB	36,1	17,6	18,0	19,8	26,9	17,9	-
	BO	36,3	45,2	49,6	49,9	44,3	44,3	+
	MO	0,7	3,5	1,4	1,1	1,0	5,3	0
	ME	0,4	0,5	0,1	0,3	0,2	0,2	0
Totale		73,5	67,0	69,1	71,1	72,4	67,8	0
<u>Protocole:</u>								
DS - RL - FD1/3 - FP1/3 - charge SP: 250 Kg - Charge SS85Kg/ha								
(*)								

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Productivité et valeurs pastorales selon les différents systèmes

Si l'on sait que la rotation rapide met à disposition des animaux des repousses de 25 à 35 jours ayant une valeur fourragère optimale, ce système devrait permettre des gains de poids par tête supérieurs à ceux obtenus sans rotation. Ceci n'a pas été vérifié à Wakwa (cf. § 3.8.7.1). Seuls des gains de poids vif inférieurs par unité de surface dans le système traditionnel sans rotation ont été observés du fait que les charges globales appliquées y étaient inférieures à celles du système avec rotation rapide (respectivement 125 et 250 Kg poids vif/ha).

Un autre essai de chargement réalisé à Wakwa et rapporté un peu plus loin § 4.3) avec charges saisonnières élevées en pâture continue (350 Kg poids vif/ha) comparé à un système avec rotation et charge saisonnière de 450 Kg poids vif/ha n'a pas permis de montrer de différence significative entre les deux systèmes.

Des expériences similaires (Leeuw, 1971) menées au Nigéria ont montré cependant qu'en zone guinéenne, la rotation avait procuré des gains pondéraux par tête et par hectare un peu supérieurs à ceux obtenus sans rotation (respectivement 104 et 86 Kg poids vif/ha en saison des pluies pour des charges de 1 animal/ha). Dans les zones plus sèches (800 mm de pluies), le système sans rotation a procuré des gains un peu supérieurs à celui avec rotation sur trois parcs (respect. 15,8 et 11,2 Kg poids vif/ha). En zone guinéenne, l'avantage de la rotation a été attribué à une plus grande possibilité de sélection des espèces et à l'amélioration du couvert des bonnes espèces fourragères.

Comme nous l'avons rapporté dans les tableaux 24, 25 et 27, nous n'avons pas observé de différences importantes de composition botanique et de contribution des espèces dans les différentes formations et par conséquent pour la valeur pastorale de ces formations.

Des mesures de production primaire du tapis herbacé ont également été entreprises, mais n'ont pas donné des résultats probants. De gros problèmes d'échantillonnages dans les formations naturelles à important couvert ligneux ont donné des résultats aberrants.

Mais les différences spectaculaires observées dans l'évolution de la surface de base couverte par la strate herbacée (tab. 26) et les observations visuelles montrent qu'avec rotation, la meilleure couverture au sol indique une plus grande vigueur des espèces, un meilleur rendement à moyen terme et à long terme ainsi qu'une meilleure résistance au piétinement et à l'érosion, surtout pour des taux de chargement élevés. Ceci a été illustré par Semple (1956).

4.3. Influences des charges

Nous avons, vu § 3.8.6.5., que la capacité potentielle de charge d'une formation peu envahie par les ligneux, sur sols basaltiques et sur sols granitiques, était, en saison des pluies, respectivement de 450 et 350 Kg de poids vif/hectare.

Ces charges sont considérées comme optimales (=correctes) car elles sont basées sur une consommation des 2/3 de la production annuelle ou de la biomasse du tapis herbacé et devraient permettre de conserver l'équilibre de l'éco-système pâturé. Les surcharges ne seraient atteintes qu'avec des charges saisonnières, sur basalte, de 675 Kg de poids vif/ha et sur granite de 525 Kg. Mais ces charges, même considérées comme optimales, n'entraînent-elles pas de dégradations ?

La comparaison de l'évolution du tapis herbacé et de la valeur pastorale de formations ayant subi des charges considérées comme correctes et des charges légères (la moitié de ces charges) permettent de répondre en partie à cette question.

4.3.1. Formations sur sols basaltiques

Evolution de la flore

La comparaison, sur 10 années, de la végétation des parcs R9, F15, et R14 (tab. 28 à 30) exploités en rotation permet d'observer une plus grande stabilité avec charges légères qu'avec charges correctes. Avec charges correctes (R9, tab. 28) P. phragmitoides diminue de 16,2 p. cent alors que H. filipendula augmente de 10,8 p. cent et H. bracteata de 7,7 p. cent.

Sous charge légère (F15, tab. 29) les mêmes espèces évoluent généralement dans le même sens mais avec moins d'amplitude.

Tab. 28 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale, sous feu tardif (1 an sur 2), avec charge correcte (1 an sur 2), en saison des pluies, en rotation, dans un parc non déboisé sur basalte (Parc R9)

Contribution spécifique (p.cent)

Dates	1966	1968	1970	1972	1974	Tendance évolutive
No relevés	597	598	599	600	602	
<u>Espèces</u>						
Aga	10,2	10,0	20,7	9,3	7,4	0
Bra	1,6	3,0	2,2	0,9	4,9	0
Hru	5,4	4,0	2,3	2,8	2,3	-
Hdi	9,7	10,8	15,3	20,2	12,6	+
Pap	38,8	26,6	18,7	14,5	20,6	--
Hbr	5,8	14,0	13,9	10,9	13,5	++
Set	13,6	17,2	13,0	14,5	11,9	-
Hfi	3,2	7,3	6,1	7,9	14,0	++
Gdi	3,5	1,3	1,4	8,8	3,2	0
Pdi	1,6	0,2	0,7	1,2	0,6	0
Divers	6,6	5,6	5,7	9,0	9,0	+
<u>Surf. de base</u>	12,19	12,38	8,73	10,66	7,88	-
(p.cent du sol)						
<u>Valeur pastorale</u>	TB 23,0	23,8	35,1	27,8	23,9	0
(p.cent)	BO 45,8	47,2	38,1	36,6	47,2	0
	MO 3,4	1,4	1,1	5,0	0,8	-
	ME 0,5	0,1	0,2	0,3	0,1	0
Totale	72,7	72,5	74,6	69,7	72,0	-

Tab. 29 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale, sous feu précoce (1 an sur 2), avec charge légère (1 an sur 2) en saison des pluies et en saison sèche, avec rotation, dans un parc déboisé sur basalte (Parc F 15)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1966	1968	1970	1972	1974	<u>Tendance évolutive</u>	
<u>No relevés</u>	084	085	086	087	088		
<u>Espèces</u>							
Aga	5,0	9,0	8,2	7,0	5,2	0	
Bra	4,0	2,6	2,3	3,2	4,9	0	
Hru	6,0	3,5	2,7	3,3	2,5	-	
Hdi	23,8	25,0	24,0	20,0	24,0	0	
Pap	30,7	32,0	31,2	15,0	26,0	-	
Hbr	5,5	9,0	9,1	22,0	19,0	+	
Sch	2,7	1,2	3,5	5,5	1,8	0	
Set	0	0,1	0	0,1	1,0	0	
Hfi	13,3	6,4	9,1	15,0	11,0	0	
Gdi	3,9	5,0	1,3	4,1	0,9	0	
Pdi	2,0	1,0	1,3	1,6	1,9	0	
Divers	3,1	5,2	7,3	3,3	1,8	0	
<u>Surf. de base</u>	8,44	7,89	6,21	6,75	8,32	0	
(p.cent du sol)							
<u>Valeur</u>	TB	32,8	33,6	31,1	28,1	30,2	-
<u>pastorale</u>	BO	37,7	37,3	41,0	40,7	41,5	+
<u>(p.cent)</u>	MO	1,9	3,2	1,3	2,5	0,7	0
	ME	0,8	0,5	0,7	0,5	0,7	0
Totale		73,2	74,6	74,1	71,8	73,1	0

Tab. 30 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale sous feu tardif (1 an sur 2), avec charge légère (1 an sur 2) en saison des pluies et en saison sèche, avec rotation, dans un parc déboisé sur basalte (Parc R14)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1965	1967	1969	1971	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	639	640	641	642	643	
<u>Espèces</u>						
Aga	5,5	10,3	12,5	15,1	5,7	+
Bra	3,1	6,5	7,0	7,6	9,0	+
Hru	7,5	0,8	0,6	2,5	1,2	0
Hdi	17,0	11,5	15,2	15,0	12,6	0
Pap	35,5	33,3	27,4	23,0	31,4	-
Hbr	4,6	6,9	1,2	3,0	8,1	0
Set	9,3	10,6	13,0	14,4	14,0	+
Hfi	8,0	16,1	16,2	12,0	12,5	0
Gdi	1,2	0,2	1,4	2,4	0,8	0
Pdi	0,8	0,4	0,4	0,7	1,1	0
Divers	7,5	3,4	5,1	4,3	3,6	-
<u>Surf. de base</u> (p.cent du sol)	8,89	7,63	11,20	10,74	8,52	0
<u>Valeur pastorale</u> (p.cent)	TB 27,6	25,3	30,8	35,0	24,5	0
	BO 43,4	47,0	42,0	38,0	46,8	0
	MO 0,9	0,4	0,8	1,2	0,4	0
	ME 1,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0
Totale	73,2	73,0	73,9	74,4	72,3	0

La couverture au sol diminue relativement de 35,5 p.cent avec charge correcte (mais notons qu'elle était très élevée au départ), alors que sous charge légère, ce couvert fluctue peu.

Avec la vaine pâture, l'évolution du tapis herbacé, sous des taux de chargement corrects et faibles, est quelque peu différente (tab. 31) de celle avec rotation.

Si l'on observe aussi, sous charge correcte, une importante diminution de P. phragmitoides, (- 12,1 p.cent), H. filipendula évolue avec beaucoup moins d'ampleur (peut-être à cause d'une contribution de départ élevée : plus de 27 p.cent). Cependant, c'est surtout l'augmentation de B. brizantha qui est intéressante avec ce système; cette dernière augmente de 18,8 p.cent en sous-chargement et de 5,7 p.cent avec chargement correct.

B. brizantha, considérée à juste titre comme "excellente" fourragère (elle est très appréciée, de bonne valeur fourragère, assez productive et anti-érosive), est cependant un signe de surpâturage car on l'observe très fréquemment dans les zones surchargées proches des villages et dans les zones dégradées et embroussaillées (cf. tab.10 , relevés 3 4 et 8). Surpâturée, elle s'épuise et disparaît lentement pour faire place au sol nu car aucune espèce ne peut la remplacer.

Si en sous-chargement elle occupe de plus en plus de place, c'est que dans ce système sans rotation, après la montaison des espèces, les animaux se concentrent pour pâturer dans des zones à tapis ras et sur terrain plat, et c'est surtout dans ces zones que les relevés du tableau 31 ont été effectués.

Autre espèce qui évolue, S. sphacelata a augmenté en condition de sous-chargement. Ce comportement s'explique par le fait qu'elle est quelque peu dédaignée, particulièrement les inflorescences, et les graines ainsi produites permettent une grande dissémination.

Curieusement, U. thyrsioides a diminué avec la faible charge. Cependant, la pâture continue, sur de grandes superficies entraîne une répartition très inégale des charges et si cette espèce a disparu des zones continuellement pâturées, elle est très fréquente dans les zones délaissées, particulièrement sur les pentes aussi bien avec charge correcte qu'avec

Tab 31 Comparaison de l'évolution de la végétation herbacée et de leur valeur pastorale de deux formations sur sols basaltiques, en pâture continue avec charge correcte et charge légère en saison des pluies et en saison sèche

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Parcs</u>		V1 : charge correcte (350 Kg p.vif/ha)		<u>Evolution</u>	V2 : charge faible (175 Kg p.vif/ha)		<u>Evolution</u>
<u>Date</u>		1977	1980		1978	1980	
<u>No relevés</u>		741	743		747	749	
<u>Espèces</u>							
Aga		3,7	0	- 3,7	9,3	0,7	- 8,6
Bra		9,4	15,1	+ 5,7	5,4	24,2	+ 18,8
Hru		0	0,8	+ 0,8	0	0,2	+ 0,2
Hdi		7,2	3,2	- 4,0	9,8	4,3	- 5,5
Pap		26,1	14,0	- 12,1	12,8	16,2	+ 3,4
Hbr		2,7	1,1	- 1,6	9,8	7,8	- 2,0
Sch		2,5	11,6	+ 9,1	4,5	3,1	- 1,4
Set		7,5	8,6	- 1,1	7,7	17,3	+ 9,6
Hfi		27,2	30,1	+ 2,9	13,5	18,6	+ 5,1
Ure		0	1,7	+ 1,7	9,7	1,2	- 8,5
Gdi		0,1	1,4	+ 1,3	5,8	1,7	- 4,1
Spy		2,0	1,0	- 1,0	4,5	1,1	- 3,4
Lka		5,2	7,4	+ 3,2	3,8	0	- 3,8
Pdi		9,8	1,1	+ 0,3	1,7	1,1	- 0,6
Divers		5,6	2,9	- 2,7	8,0	2,5	- 5,5
<u>Valeur pastorale (p.cent)</u>							
TB		17,9	17,2	- 0,7	21,4	26,6	+ 5,2
BO		44,4	43,6	- 0,8	37,4	42,9	+ 5,5
MO		5,3	4,9	- 0,4	7,7	2,0	- 5,7
ME		0,2	0,2	0	0,3	0,2	- 0,1
Totale		67,8	65,9	- 1,9	66,8	71,7	+ 4,9

charge légère. Un problème d'échantillonnage se pose donc sur de grandes surfaces lorsque les charges ne sont pas réparties uniformément à cause du relief tourmenté. Ces différences apparaissent avec les mesures de refus réalisées en cours de saison sèche. Avec charge correcte, nous avons mesuré des refus de 500 Kg de MS/ha sur les zones planes alors que sur les zones moins accessibles (pentes), les refus étaient de 2'500 Kg de MS/ha soit peu inférieurs à ceux mesurés sur les pentes du parc faiblement chargé (2'750 Kg de MS/ha).

Valeur pastorale

Que ce soit sous charge correcte ou sous charge légère, (quelque soit le type de feu), les valeurs pastorales des formations sur basalte exploitées en rotation (Parcs R9, F15, R14, tab. 27, 28 et 29) se maintiennent à des niveaux très élevés (plus de 70 p.cent). Avec charge correcte (Parc R9, tab. 27), les diminutions de contribution de Pap et de Hru, espèces à bon indice pastoral, sont compensées par l'augmentation de Hdi et surtout de Hbr et Hfi considérées également comme "bonnes" espèces.

Sous faible charge (F15, R14), les valeurs pastorales sont très stables et les proportions entre les différentes catégories de valeurs pastorales sont identiques, quelque soit le type de feu. Ces proportions sont égales à celles observées avec charge correcte.

4.3.2. Formations sur sols granitiques

Evolution de la flore

Sur ces formations, les modifications sont très différentes de celles observées sur sols basaltiques. Aussi bien sous charge correcte (ou légère surcharge : tab. 32) que sous charge légère (tab. 33), on observe des diminutions importantes de Hdi (respectivement - 10,7 et - 9,1 p.cent en 6 à 8 ans) alors que Ure augmente respectivement de 12,5 et de 18,2 p.cent. Si cette augmentation en sous-charge s'explique par le fait que cette espèce "amère" est délaissée par les animaux donc tend à prendre de l'importance, en surcharge elle ne devrait pas se multiplier car elle est tout de même appréciée dans les premiers stades de sa croissance. Vu que son évolution est brutale entre 1970 et 1972, peut-être est-on en présence de taches qui se sont étendues mais restent localisées.

Avec charge légère, on observe d'autre part une sensible diminution de Pap (-8,5 p.cent) alors que Lka et les "plantes diverses" (en particulier Microchloa indica) augmentent respectivement de 4,8 et 5,3 p.cent.

Mais ce qui est notable dans ces formations sur granite, se sont les valeurs très élevées des surfaces de base, égales et souvent supérieures à celles observées sur sols basaltiques.

Sur ces sols souvent considérés comme pauvres par les agriculteurs, les espèces ont un bon développement au sol et une grande vigueur qui est due en fait aux repos permis par les rotations et les mises en différé périodiques. Mais également par leur structure plus sableuse que les sols basaltiques (beaucoup plus argileux), ces sols granitiques ne sont pas si mauvais, ce que confirment par ailleurs les bons résultats de production de matières sèches obtenus à Wakwa. (Piot, Rippstein, 1975).

Valeur pastorale

Dans les deux exemples des parcs G14 et G11 observés, la dégradation de la valeur pastorale est sensible du fait de la diminution de Hdi, excellente espèce fourragère et de l'augmentation de Ure, espèce de valeur inférieure.

Tab. 32 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur
pastorale sous feu tardif (1an/2), avec surcharge légère
(1an/2), en rotation, dans un parc déboisé sur granite (G14)
 Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1966	1968	1970	1972	1974	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	338	339	340	341	342	
<u>Espèces</u>						
Bra	0,3	0,4	0,9	0,2	1,0	0
Hru	0,3	0	0,4	0	0,1	0
Hdi	23,3	15,7	13,0	3,2	12,6	--
Pap	14,2	7,5	9,4	8,1	11,1	0
Hbr	7,7	13,5	10,8	11,9	12,1	0
Set	5,7	4,4	4,8	4,3	6,6	0
Hfi	6,4	6,0	5,9	17,3	2,7	0
Ure	1,9	0,9	3,1	22,5	14,4	++
Asi	11,1	16,4	21,3	13,0	15,1	0
Gdi	19,7	22,8	16,5	6,8	13,1	-
Lka	7,7	9,0	12,2	8,5	8,8	0
Pdi	0,5	0,6	0,2	1,3	0,5	0
Divers	1,2	2,8	1,5	2,9	2,9	0
<u>Surf.de base</u> (p.cent du sol)	10,60	11,38	8,08	12,20	11,86	0
<u>Val. past.</u> TB	19,1	13,6	11,5	2,8	11,1	-
BO	24,6	23,0	23,8	41,0	31,5	+
MO	19,1	23,4	24,2	13,6	17,9	0
ME	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0
Totale (p.cent)	62,9	60,1	59,5	57,7	60,6	-

Tab. 33 Evolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale sous feu tardif (1 an sur 2), avec charge légère (1 an sur 2) en saison des pluies et en saison sèche, en rotation, dans un parc déboisé sur granite (Parc G11)

Contribution spécifique (p.cent)

Dates	1966	1968	1970	1971	1972	Tendance évolutive
No relevés	308	309	310	311	313	
<u>Espèces</u>						
Bra	1,6	1,1	1,4	0,2	2,3	0
Hru	0,7	0,7	0	0	0	-
Hdi	14,2	9,5	11,8	6,2	5,1	--
Pap	18,9	13,3	10,5	7,3	9,4	--
Hbr	6,4	10,6	9,8	11,5	3,1	0
Set	23,9	16,9	16,7	7,3	19,1	0
Hfi	3,7	6,6	3,5	22,4	5,9	0
Ure	5,0	7,0	6,5	13,5	23,2	++
Asi	4,7	5,9	6,2	2,4	4,3	0
Gdi	11,9	14,9	10,5	9,8	7,9	-
Lka	8,2	9,8	18,0	13,5	13,0	+
Pdi	0,1	0,1	0,1	0,8	0,7	0
Divers	0,7	3,6	5,0	5,1	6,0	+
Surf. de base (p.cent du sol)	9,92	11,45	8,34	14,03	8,86	0
Valeur pastorale (p.cent)	TB 13,5	9,2	10,7	5,5	2,5	--
	BO 38,9	37,0	33,7	40,9	38,5	0
	MO 12,0	15,2	16,2	12,1	16,1	+
	ME 0	0	0	0,2	0	0
Totale	64,4	61,4	60,6	58,7	57,1	--

Nous n'avons pas pu observer de formation sur granite avec charge correcte 350-450 Kg de PV/ha, car il était supposé, en 1964, qu'une charge de 500 Kg de poids vif/ha était supportable sur ces formations. Cependant, il est tout de même étonnant que la sous-charge soit plus domageable que la surcharge.

La comparaison des deux protocoles (Annexe A2) apporte une réponse : avec charge légère, le pâturage était également exploité en saison sèche, ce qui n'était pas le cas avec la légère surcharge puisqu'il n'y avait plus d'herbe consommable. On peut donc avancer l'hypothèse que l'exploitation de saison sèche des formations sur sols granitiques dégrade le pâturage, ce qui ne semble pas vrai pour les formations sur sols basaltiques. Cette hypothèse est étudiée plus en détail un peu plus loin (§ 4.6.) avec les influences de l'intensification de l'exploitation des pâturages.

On peut encore observer d'autre part que cette dégradation en sous-charge est plus importante sous feu tardif que sous feu précoce (tab. 34) où la valeur pastorale passe de 67,0 à 59,7, surtout par suite de la diminution importante de P. phragmitoides (de 57,7 p.cent en 1965 à 14,1 p. cent en 1973), espèce de bonne valeur pastorale. Cette diminution est compensée en partie par l'augmentation de Hdi (+10,4 p.cent), espèce considérée comme "excellente".

Tab. 34 Evolution de la valeur pastorale d'une formation sur sol granitique (G9) exploitée en sous-charge en saison des pluies et en saison sèche sous feux précoces 1 an sur 2 (p.cent)

Dates	1965	1967	1969	1971	1973	Evolution
<u>No relevés</u>	294	295	296	297	298	
<u>Val. pastorale</u> (p.cent)						
TB	3,4	2,5	6,8	10,9	10,8	+
BO	56,9	43,9	38,5	34,7	31,5	--
MO	7,3	14,7	16,0	14,4	17,1	+
ME	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0
Totale	67,0	61,3	61,5	60,2	59,7	--

Evolution pondérale sur sols basaltiques et sols granitiques

Les évolutions pondérales des animaux exploitant les parcelles V1 et V2 ne sont pas significativement différentes entre elles ni d'ailleurs avec un système en rotation rapide sur une série de parcs sur sols basaltiques (tab. 35 et fig. 29). Seule une différence significative apparaît entre les gains réalisés sur sols basaltiques et ceux réalisés sur un système en rotation rapide sur une série de parcs granitiques, comme cela était déjà apparu dans les essais rapportés au § 3.8.7.1.

Ainsi l'évolution de la valeur pastorale devrait être jugée sur une plus longue période, celle de 2 années s'avérant trop brève.

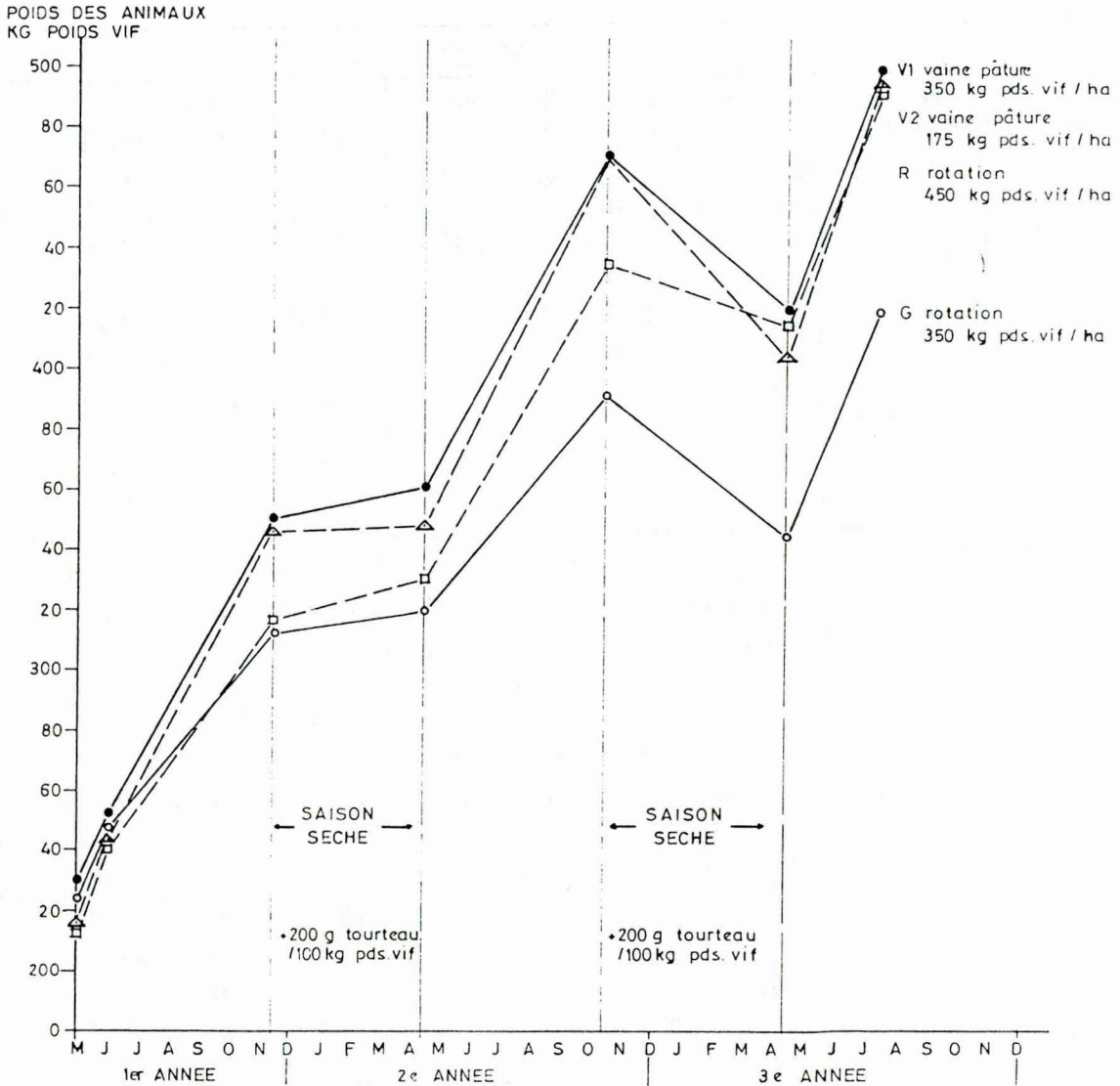
D'autre part, il serait souhaitable de comparer, par les gains de poids, en rotation et en pâture continue, des charges identiques.

Tab. 35 Gains moyens saisonniers, gains moyens quotidiens et gains moyens par hectare de jeunes mâles zébus exploitant les formations naturelles de l'Adamaoua, selon différents systèmes.

1ère année							
Parc : Système d'exploitation	Saison des pluies		Saison sèche		SP + SS		
	GM(*)	GMQ	GM	GMQ	GM	GMQ	GM/ha
	Kg	g/j	Kg	g/j	Kg	g/j	Kg
V1 : vaine pâture (350 Kg p.vif/ha)	117,8	601	8,7	58	126,5	365	149,6
V2 : vaine pâture (175 Kg p.vif/ha)	129,3	660	1,4	9	130,7	377	80,8
R : rotation (450 Kg p.vif/ha)	100,4	512	12,5	83	112,9	325	185,9
G : rotation (350 Kg p.vif/ha)	89,6	457	5,2	34	94,8	273	121,4
2ème année							
V1	110,7	605	-51,0	-287	59,7	165	53,7
V2	121,5	664	-63,5	-357	58,0	161	26,9
R	106,4	581	-17,0	- 96	89,4	248	107,4
G	71,3	390	-48,7	-274	22,6	63	23,8
3ème année : début SP							
					1° + 2° + 3° année		
V1	79,4	957			265,6	335	254,0
V2	88,8	1057			277,5	350	136,2
R	65,2	786			267,5	338	343,3
G	75,4	908			192,8	243	209,4

(*) Abréviation, cf.p. 3 et 4.

Fig. 29 Evolution pondérale moyenne de jeunes mâles zébus exploitant les formations naturelles de l'Adamaoua selon différents systèmes



Légende:

- Parc V1
- △ Parc V2
- Série parcs R
- Série parcs G

4.4. Influences des feux

4.4.1. Généralités

4.4.1.1. Importance des feux

Dans toutes les régions tropicales à saison sèche bien marquée, les feux de végétation ou "feux de brousse" parcourent, chaque année, de très vastes surfaces. Ce phénomène, qui a toujours existé, a longtemps été considéré comme un fléau, mais les opinions se sont maintenant nuancées et ont remplacé les avis passionnés.

Si en zone sahélienne et sahélo-soudanienne, il est admis que les feux sont à proscrire absolument car ils aggravent les effets de la sécheresse et du surpâturage et n'ont pratiquement aucun aspect positif, en zone soudanienne et soudano-guinéenne, où ils sont les plus fréquents et les plus répandus, les avis sont encore partagés quant à leur utilisation et particulièrement quant à la date d'application.

Dans ces zones, ils détruisent encore la majeure partie de la biomasse épigée du tapis herbacé et ont un effet important sur les ligneux. C'est ainsi que pour l'Adamaoua, on peut estimer que près de 80 p.cent de sa superficie brûle en saison sèche, soit pratiquement tous les pâturages, et que sans les feux, l'aspect physionomique de la végétation serait très différent.

Si certaines zones sont épargnées, ce sont les zones très pâturées qui ne présentent plus d'herbe combustible (les zones dégradées ou érodées par le surpâturage), les zones inondées qui ne peuvent pas brûler, les champs, les réserves forestières et les villages.

Mais pourquoi brûle-t-on, et quelles en sont les conséquences ?

4.4.1.2. Origine des feux

Les feux sont causés soit par des facteurs naturels (foudre, volcans, fermentations après les premières pluies), soit par l'homme.

Il est admis cependant que les feux ont une origine essentiellement anthropique, soit accidentelle, soit intentionnelle. L'homme allume des feux pour dégager le terrain des herbes et des arbres qui le gênent et en particulier pour installer ses cultures ou, en élevage, pour éliminer les herbes non appréciées et permettre leur repousse, pour assainir les pâturages, pour chasser ou pour se protéger de la faune sauvage ; les villageois l'utilisent comme pare-feu pour protéger les habitations, les champs et les forêts des feux courants. Quelquefois, mais rarement, ils sont dus à la malveillance.

La plupart des feux sont donc provoqués intentionnellement et ne sont accidentels que lorsqu'ils échappent à leurs auteurs et deviennent incontrôlés. Ils ne sont plus alors limités à la zone prévue ou au but fixé et ne s'éteignent qu'avec l'arrêt du vent ou l'action d'une pluie. Par exemple, pour récolter un peu de miel, un nid ou une ruche, une zone est brûlée sans contrôle du feu; ainsi une zone de plusieurs centaines d'hectares de pâturage est détruite pour quelques grammes de miel.

4.4.1.3. Les caractères du feu

Les principaux caractères du feu sont :

- les vitesses de déplacement
- les hauteurs
- les températures
- l'extension
- les dates de mises à feu
- les fréquences.

Les vitesses

Les mesures de vitesses des feux montrent qu'elles dépendent surtout de la quantité de la biomasse et de son état de dessèchement mais surtout de la vitesse du vent. Monnier (1981) cite des chiffres de 360 à 1800 m à l'heure avec un vent faible. Vuattoux (1972) a mesuré des vitesses de 383 à 60 m/heure par vent nul. Par vent violent, on constate que les feux peuvent atteindre des vitesses considérables qui sont une des causes de leur perte de contrôle par les auteurs.

Il est illusoire de vouloir contrôler les feux par fort vent d'harmattan, mais ceux-ci se ralentissent généralement dès la fin de l'après-midi lorsque, hélas, les dégâts sont accomplis.

Les hauteurs

Fonction également de la vitesse du vent, de la masse végétale et de son état de dessiccation, les hauteurs atteintes par les feux peuvent être importantes. Les expériences de Wakwa ont montré que les feux peuvent, par vent fort, " sauter " des galeries forestières où croissent des arbres de plus de 20 mètres de hauteur et larges de plusieurs dizaines de mètres. Aucune route, aucun pare-feu n'est infranchissable (photo 10).

Les températures

La température est un facteur très important puisqu'elle conditionne l'intensité des effets subis par les végétaux, le sol et la faune. Des nombreuses mesures effectuées et citées par Hopkins (1965), Pitot et Masson (1951), Trabaud (1980), Walker (1981), on peut noter :

- . la température diminue rapidement avec la hauteur : de 330° C à 50 cm du sol, elle n'est plus que de 140° C à 1,4 m,

- . les plus hautes températures sont atteintes entre 20 et 50 cm, et peuvent atteindre plus de 800°C,
- . l'effet thermique a une durée assez brève : 3 minutes environ,
- . la température au sol s'élève rapidement et peut atteindre 100° C et plus selon la vitesse du feu et redevient normale après environ un quart d'heure,
- . l'effet du feu est très faible en profondeur mais dure relativement longtemps (plus de 30 mn). A quelque 2 cm dans le sol, l'élévation de la température n'est que de quelques degrés.

L'extension

Les superficies atteintes par les feux sont très importantes; ils peuvent détruire des dizaines de km² de pâturage par jour et, si le vent est assez fort, les routes, les galeries et les pare-feux aménagés ne peuvent que les ralentir. En pleine saison sèche, les feux sont réactivés par le vent même s'ils semblent éteints, grâce aux charbons et surtout aux bouses de vaches encore ardentes.

Les dates de mises à feu

Les feux ont un rôle et une efficacité différente selon leur date d'application. On distingue généralement :

- les feux précoces, de fin de saison des pluies - début de saison sèche qui brûlent une végétation herbacée généralement encore active et qui laissent debout les chaumes qui n'ont pas entièrement brûlé (photo 8)
- les feux de pleine saison sèche dont la mise à feu est effectuée sur une végétation herbacée complètement sèche et une végétation ligneuse très ralentie

- les feux tardifs, soit un peu plus tardifs dans la saison sèche que les feux précédents, lorsque l'humidité atmosphérique augmente avec la montée des vents de mousson et qui produisent, sur la végétation ligneuse, une "montée de sève" et un reverdissement. La végétation herbacée est complètement desséchée et encore inactive. Dans nos expériences, nous avons confondu ces deux types de feux que nous avons appelés feux tardifs,
- les feux différés qui sont appliqués, à Wakwa, lorsque les précipitations ont atteint 50 mm. La végétation herbacée a déjà recommencé à croître,
- les feux de contre-saison sont, en principe, des feux de saison des pluies. Ils sont inapplicables en Adamaoua mais sont plutôt réservés aux zones climatiques à deux saisons sèches ou du moins aux régions où l'on observe un net fléchissement de la pluviométrie qui permet à la végétation herbacée de se dessécher puis de brûler.

Les fréquences des feux

En milieu traditionnel, les pâturages brûlent chaque année, aussi voit-on souvent des feux courants alimentés par une biomasse très peu fournie. Ces feux ont un rôle de nettoyage des pailles et surtout de démarrage des repousses. Par contre, dans les zones peu fréquentées encore vierges, les feux, alimentés par une biomasse importante, sont d'une rare violence et ont une action également sur les ligneux grâce aux hautes températures atteintes à plusieurs mètres au-dessus du sol.

Dans nos dispositifs, ces deux types de feux ont été utilisés, mais dès 1964, seuls les feux alimentés par toute la biomasse ont été expérimentés afin d'étudier l'influence de la mise en repos du pâturage et de la fréquence des feux sur la strate herbacée et sur la strate ligneuse. Plusieurs fréquences ont été étudiées : feu 1 an sur 2, 1 an sur 3, 1 an sur 4 et sans feu.

Nous avons déjà montré, chapitre 4.1.1. l'influence des feux et surtout de leur fréquence sur l'évolution de la strate ligneuse.

Nous aborderons, dans le chapitre 4.5. l'aspect de la mise en repos et de sa fréquence sur l'évolution du tapis herbacé.

4.4.2. Actions sur la végétation

Nous avons montré, chapitre 4.1. l'action des feux sur la végétation ligneuse et l'interaction entre végétation ligneuse et végétation herbacée par l'intermédiaire de l'ombrage.

Qu'en est-il de l'action des feux sur la végétation ?

Plusieurs aspects peuvent être considérés :

- l'effet immédiat après le feu avec l'apparition de repousses,
- l'effet à long terme sur la contribution des espèces et la valeur pastorale des pâturages.

4.4.2.1. Les repousses après feux (printanisation)

Une des raisons qui incitent les éleveurs de l'Adamaoua, mais également ceux d'une grande partie de la zone tropicale, à mettre le feu aux herbes, est le fait qu'après un feu de saison sèche on assiste au reverdissement de la végétation herbacée. C'est donc, semble-t-il, un excellent moyen pour procurer aux animaux un fourrage jeune de bonne qualité.

Ce phénomène de repousse après feux, signalé par de nombreux auteurs, n'a pas encore été complètement expliqué. Plusieurs hypothèses ont été avancées et récapitulées par Lebrun (1947) : action des rosées nocturnes sur le sol dénudé par les feux, augmentation de la luminosité au ras du sol, stimulation de la croissance (sorte de forçage) par la chaleur.

Nous croyons plus, quant à nous et comme le suggère César (1971), à une réaction de la plante face à un stress, analogue à une coupe, avec utilisation des réserves racinaires.

Ce qui est certain, c'est que l'importance des repousses est fonction des réserves en eau disponibles. Les sols humides (bas de pente, bas-fonds) permettent des repousses plus importantes que sur les sols de plateaux. Dans les zones à saison sèche peu marquée, les repousses peuvent être importantes (plusieurs centaines de Kg de MS/ha), comme le montrent West (1965), César (1971) et Savage (1980).

En Adamaoua, les repousses, lorsqu'elles existent, n'ont pas cette production. Elle est nettement inférieure (cf. tab. 36, 37 et photo 8).

Espèces produisant des repousses

Dans le tableau 36, nous avons porté les résultats des mesures, effectuées avant et après feu précoce, de la couverture au sol des espèces herbacées.

On observe ainsi que :

- la surface occupée par les repousses sur sol basaltique n'est pas beaucoup plus importante que sur sol granitique,
- seules quelques espèces produisent des repousses : essentiellement Hyparrhenia diplandra, H. filipendula et A. gayanus.
Panicum phragmitoides et Loudetia kagerensis, espèces très fréquentes sur sols granitiques, ne repoussent que très peu.

Tab. 36 Espèces herbacées présentes avant et après feu (Repousses de 90 jours).

(Surface de base couverte par les espèces herbacées (dm/100m) et contribution spécifique (p.cent)

<u>Espèces</u>	Hdi	Ag	Set	Pap	Bec	Hbra	Hfi	Ldi	Gdi	Mic	Bra	Schi	Hru	Lka	Pdi	Ure	Total
<u>Sur sol basaltique (V3)</u>																	
Avant feu (dm)	5,9	12,2	5,9	8,1	1,0	1,4	15,0	0,1	2,4	0,6	3,7	0,5	0,2	0,6	7,2	0,2	65,9
(%)	8,9	18,5	9,0	12,3	1,5	2,1	24,1	0,2	3,6	0,9	5,6	0,8	0,3	0,9	10,9	0,3	100,0
Après feu (dm)	6,2	5,7	0,6	1,4	-	2,7	5,9	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	0,8	24,4
(%)	25,4	23,4	2,5	5,7	-	11,1	24,2	-	2,5	2,1	-	-	-	-	-	3,3	100,0
<u>Sur sol granitique (G4b)</u>																	
Avant feu (dm)	3,3	-	0,2	6,5	-	0,4	14,6	-	21,6	1,2	1,6	2,1	0,1	12,8	0,2	3,3	67,9
(%)	4,9	-	0,3	9,6	-	0,6	21,5	-	31,8	1,8	2,4	3,1	0,1	18,9	0,3	4,9	100,0
Après feu (dm)	9,2	-	0,1	0,6	-	0,3	9,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-	0,4	-	19,9
(%)	46,2	-	0,5	3,0	-	1,5	45,7	-	0,5	-	0,5	-	-	-	2,0	-	100,0

Production

Des mesures de production des repousses après feu et après fauche, sur différents types de sols, ont été effectuées à Wakwa :

- les repousses, après un feu précoce (tab. 37) sont peu productives, aussi bien pour les formations des sols basaltiques que pour celles des sols granitiques (entre 1,4 Kg MS/j/ha au début de la repousse sur sol basaltique et moins de 0,4 Kg après plus de 60 jours sur granitique).
Ces productions sont inférieures, dans tous les cas, à celles des repousses après fauchage qui peuvent produire entre 1,6 Kg et 3,3 Kg de MS/j/ha (tab. 38, 39 et 40).
- pour les regains après fauche, on constate un ralentissement de la croissance pendant les mois de janvier et février qui correspondent aux mois les plus froids. Ce ralentissement est constaté également dans les régions de savanes et de steppes tropicales à saison froide, particulièrement pour les cultures irriguées. Nous en avons fait l'expérience à Wakwa avec du maïs irrigué en saison sèche. L'eau et l'atmosphère très fraîches ralentissent la croissance de la végétation.

Dans le tableau 42, nous avons calculé les chargements possibles pour les différentes productions des repousses. Ces chargements sont comparés à ceux possibles sur refus après exploitation de saison des pluies (tab. 41).

Si l'on admet qu'un animal adulte (350 à 450 Kg de poids vif) consomme environ 2,0 Kg de MS par 100 Kg de poids vif et par jour (§ 2.2.2.2.) et si l'on admet que les 2/3 de la production des repousses ou des refus sont exploitables, on constate que les refus permettent un chargement très supérieur à celui permis sur repousses, même sans complément protéiques.

Ainsi, les repousses ne peuvent être qu'un complément azoté pour les animaux, un dessert en quelque sorte.

Tab.37 Repousse du tapis herbacé après feu
précoce (10 décembre)

Durée de la repousse	Formation sur sol basaltique		Formation sur sol granitique	
	KgMS/ha	Kg MS/ ha/j	KgMS/ha	Kg MS/ ha/j
<u>30 jours</u> (Coupe : 11/01)	41,4	1,37	27,3	0,91
<u>60 jours</u> (Coupe : 10/02)	78,9	1,31	46,1	0,77
<u>90 jours</u> (Coupe : 11/03)	96,9	1,08	30,8	0,34

Tab. 38 Repousse du tapis herbacé après fauches successives de
saison sèche : formation sur sol basaltique foncé

Durée de la repousse	KgMS/ha	KgMS/ha/j
<u>46 jours</u> (29/11-26/01)	166,8	3,62
<u>25 jours</u> (26/01-20/02)	40,2	1,60
<u>27 jours</u> (20/02-19/03) (premières pluies)	118,8	4,38
<u>Total</u> (98 jours)	325,4	3,32

Tab. 39 Repousses du tapis herbacé après fauche de saison sèche :
Formation sur sol basaltique rouge

Durée de la repousse	KgMS/ha	KgMS/ha/j
<u>28 jours</u> (16/12-13/01)	69,4	2,2
<u>31 jours</u> (13/02-13/02)	35,2	1,1
<u>25 jours</u> (13/02-9/03) (premières pluies)	154,4	6,2
<u>Total</u> (84 jours)	259,0	3,08

Tab. 40 Repousses du tapis herbacé après fauche de saison sèche :
Formation sur sol granitique

Durée de la repousse	KgMS/ha	KgMS/ha/j
<u>28 jours</u> (19/12-17/01)	46,7	1,7
<u>29 jours</u> (17/01-16/02)	11,9	0,4
<u>30 jours</u> (16/02-16/03) (premières pluies)	81,0	2,7
<u>Total</u> (87 jours)	139,6	1,60

Tab. 41 Quantité de fourrages sur pied après différentes charges
de saison des pluies : Biomasse aérienne et refus en
début de saison sèche

<u>Formation sur sol:</u>	Chargement saison	Biomasse aérienne	Refus
	sèche Kg Poids vif/ha	Kg MS/ha	Kg MS/ha
Basaltique	450	3'500	465
	450	4'160	835
	330	4'500	1'910
	165	5'030	2'810
Granitique	330	4'410	1'395

Tab. 42 Chargements possibles par mois sur repousses et refus disponibles

Type de fourrage	Production disponible = 2/3 production totale (Kg MS/ha)	Chargement possible (Kg PV/ha/mois) (Ha/tête de 350Kg par mois)	
Repousses après feu précoce sur sol basaltique :			
30 j	27,3	36,4	9,6
60 j	52,0	69,3	5,0
90 j	64,0	85,3	4,1
Repousses après feu précoce sur sol granitique :			
30 j	18,0	14,0	14,6
60 j	30,4	40,5	8,6
90 j	20,3	27,1	12,9
Repousses après fauche sur sol basaltique :			
30 j	44,3	59,1	5,9
60 j	74,0	99,0	3,5
90 j	183,1	244,1	1,4
Repousses après fauche sur sol granitique :			
30 j	33,7	44,9	7,8
60 j	40,0	53,3	6,5
90 j	95,4	127,2	2,8
Refus sur basaltique après charge :			
165 Kg poids vif/ha	1'234,0	1'645	0,2
330 " " " "	838,0	1'117	0,3
450 " " " "	370,0	493	0,7
Sur granitique :			
330 Kg poids vif/ha	614,0	819	0,4

4.4.2.2. Evolution du tapis herbacé et de la valeur pastorale des formations sous l'action des différents types de feux et sans feu

Sur sols basaltiques

- Evolution du tapis herbacé

Nous avons analysé dans les tableaux 43 à 46 et les figures 30 a et b, l'influence des différents types de feux sur des formations déboisées des sols basaltiques ayant subi une charge correcte en saison des pluies, en pâture continue.

. Feux précoces (Tab. 43)

On peut observer, avec des feux précoces annuels, une augmentation notable, de 1958 à 1962, des contributions de S. sphacelata (+ 9,5 p.cent) et H. filipendula (+ 12,3 p.cent) alors que celles de H. diplandra et P. phragmitoides diminuent (respect. - 8,6 et - 17,0 p.cent). Les autres espèces n'évoluent pratiquement pas.

. Feux tardifs (Tab. 44)

Sous feux tardifs, au contraire des feux précoces, S. sphacelata diminue (- 8,4 p.cent) et P. phragmitoides augmente de 26 p.cent pour atteindre plus de 55,5 p.cent du couvert, ce qui est exceptionnel. Le feu tardif a cependant provoqué la diminution notable de la contribution des graminées diverses (- 9,4 p.cent).

. Feux différés (Tab. 45)

Sous feux différés, la végétation reste remarquablement stable. Tout au plus observe-t-on une diminution d'espèces indicatrices de fortes dégradation (Pennisetum hordeoides, Imperata cylindrica) provenant probablement du système d'exploitation précédant l'aménagement du parc (avant 1957).

On peut cependant observer que la couverture herbacée au sol passe de 4,09 à 5,83 soit une augmentation de 42,5 p.cent du fait de l'augmentation de H. diplandra (+ 6,3 p.cent).

. Sans feu (tab.46)

Comme sous feu précoce, P. phragmitoides diminue sensiblement (- 12,5 p. cent) alors que H. filipendula augmente sa contribution et passe de 22,1 à 36,0 p.cent. Cette similitude entre feux précoces et sans feu est illustrée dans les figures 30a et b de l'analyse en composantes principales où les évolutions sont absolument parallèles, surtout dans les axes 1 et 2. On remarquera d'autre part que les formations étaient identiques dès le départ.

Dans ces mêmes figures, on observe que les évolutions sous feu tardif et feu différé ont peu d'amplitude et que, par le regroupement des relevés, les deux parcs ont une végétation très semblable qui n'évolue donc que très peu.

Remarquons, enfin, que les surfaces de base sous feu précoce, feu tardif et sans feu évoluent légèrement (+ 1,0 p.cent) alors que celles sous feu différé évoluent de 41,6 p.cent, passant de 4,09 à 5,83 p.cent du sol. Soulignons cependant l'extrême faiblesse du couvert de base pour tous les traitements.

- Evolution de la valeur pastorale

Quelque soit le type de feu, on n'observe pas de modification importante de la valeur pastorale :

- . sous feu précoce, (tab. 43), celle-ci diminue légèrement (-3,7 p.cent) de par les diminutions de Hdi et Pap, diminutions compensées par Set et Hfi mais dont les indices pastoraux sont légèrement inférieurs.
- . sous feu tardif (tab.44), on observe une légère amélioration (+4,9 p.cent) grâce à Pap qui a pris une contribution importante du tapis herbacé, comme nous l'avons vu, compensée par la diminution de Hfi et Gdi dont les indices de valeur pastorale sont inférieurs à celui de Pap.

Tab. 43 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale
sous feu précoce avec charge correcte chaque année et pâture
continue d'un parc déboisé sur basalte (R17)
 Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1958	1959	1961	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	688	689	691	692	
<u>Espèces</u>					
Bra	11,6	15,0	16,7	14,9	+
Hru	4,6	8,3	19,1	6,0	+
Hdi	15,1	11,3	4,9	6,5	--
Pap	28,1	27,5	8,8	11,1	--
Set	13,0	15,5	14,3	22,5	++
Hfi	16,6	11,3	25,3	28,9	++
Pas	0	0	0	0	0
Ure	0	0	0	0	0
Ldi	0,8	1,5	1,3	1,3	+
Gdi	3,5	2,0	4,5	3,0	0
Pdi	0,7	0,8	1,0	2,1	+
Divers	6,0	6,8	4,1	3,7	-
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	6,30	5,77	6,90	7,38	+
<u>Valeur pastorale</u> (p.cent)	TB 26,8	30,3	34,8	23,9	-
	BO 41,4	37,6	25,6	40,3	0
	MO 2,7	3,5	3,8	2,9	0
	ME 0,4	0,7	0,4	0,5	0
Totale	71,3	72,1	64,6	67,6	-

Tab. 44 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale,
sous feu tardif, avec charge correcte chaque année et pâture
continue d'un parc déboisé sur basalte (R4)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1958	1959	1960	1961	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	538	539	541	542	
<u>Espèces</u>					
Bra	3,8	5,0	15,3	1,9	0
Hru	11,2	21,2	13,9	10,8	0
Hdi	1,8	0,6	3,0	5,2	0
Pap	29,5	41,4	44,7	55,5	++
Hbr	2,1	1,1	0,5	0,1	-
Sch	1,8	2,0	0,9	0,5	-
Set	11,2	3,5	3,8	2,8	--
Hfi	15,2	11,4	6,6	8,8	-
Pas	0	0	0	0	0
Ure	0	0	0	0	0
Ldi	1,8	2,6	1,3	1,4	0
Gdi	15,0	4,5	2,9	5,6	--
Pdi	1,9	2,4	3,7	1,9	0
Divers	4,7	4,3	3,4	5,5	0
<u>Surface de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>	4,74	6,47	4,85	6,78	+
<u>Valeur</u> <u>pastorale</u> <u>(p.cent)</u>	TB 14,1	23,0	28,6	15,3	0
	BO 41,3	42,8	41,1	49,7	+
	MO 9,5	4,6	3,1	4,9	-
	ME 0,9	0,6	0,7	0,8	0
Totale	65,8	71,0	73,5	70,7	+

Tab. 45

Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale sous feux différés (1 an sur 3), avec charge correcte (2 ans sur 3) en pâture continue, dans un parc déboisé sur basalte (R12)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1958	1960	1962	<u>Tendance</u>	
<u>No relevés</u>	620	622	624	<u>évolutive</u>	
<hr/>					
<u>Espèces</u>					
Aga	2,9	2,5	3,9	0	
Bra	0,1	0,7	5,2	+	
Hru	18,1	13,3	14,8	0	
Hdi	9,3	16,0	15,6	+	
Pap	28,4	35,2	26,9	0	
Hbr	0,4	0,7	2,2	0	
Set	3,4	4,0	6,8	+	
Hfi	2,7	6,2	7,8	+	
Pho	7,4	7,2	1,4	-	
Gdi	11,9	5,0	4,4	-	
Spy	1,8	0,8	1,7	0	
Imp	5,2	0,8	0,6	-	
Pdi	0,5	1,8	1,8	+	
Divers	17,9	5,8	6,9	-	
<hr/>					
<u>Surface de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>	4,10	5,14	5,84	++	
<hr/>					
<u>Valeur pastorale</u> <u>(p.cent)</u>	TB	24,7	26,3	32,7	+
	BO	27,6	35,8	32,7	+
	MO	12,8	7,3	5,8	-
	ME	2,1	0,7	0,6	-
Totale		67,2	70,1	71,8	++

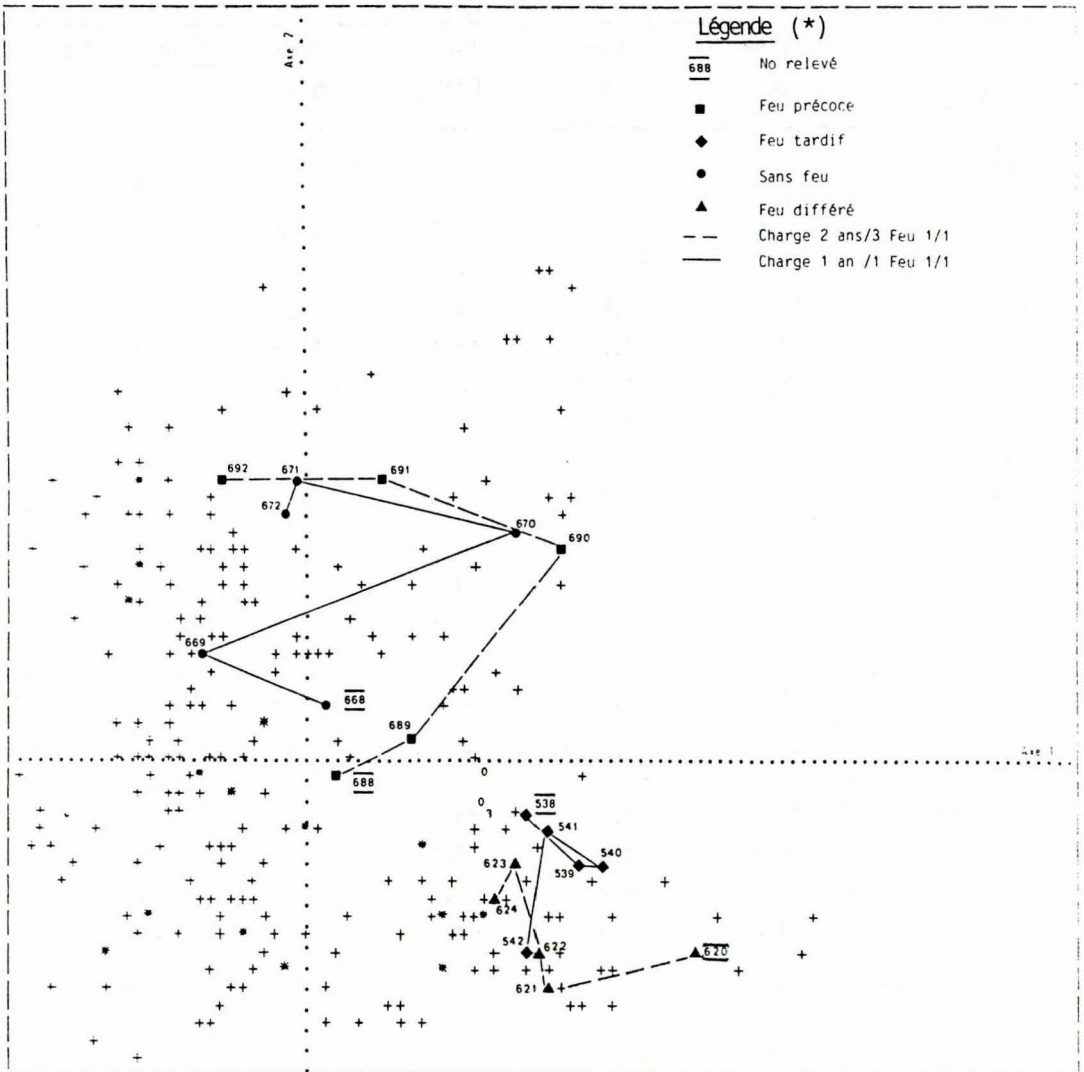
Tab. 46 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale,
en l'absence de feu, avec charge correcte chaque année et
pâture continue, d'un parc déboisé sur basalte (R16)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1958	1959	1961	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	668	669	671	672	
<u>Espèces</u>					
Bra	8,9	5,4	11,0	8,9	0
Hru	8,1	8,7	17,2	13,4	+
Hdi	15,2	18,6	7,3	6,9	-
Pap	18,7	13,8	4,7	6,2	--
Set	8,3	14,7	16,1	14,6	+
Hfi	22,1	30,2	30,0	36,0	++
Pas	0	0	0	0	0
Ure	0,3	0	0	0	0
Ldi	2,3	1,2	1,3	0,3	-
Gdi	5,0	2,4	5,9	10,5	+
Pdi	0,5	0,8	0,7	0,8	0
Divers	10,6	4,2	6,8	2,4	-
<u>Surface de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>	5,93	5,80	6,07	6,67	+
<u>Valeur</u> <u>pastorale</u> <u>(p.cent)</u>	TB 27,2	27,7	30,9	24,7	-
	B0 36,4	39,2	33,0	36,1	0
	M0 5,5	1,8	4,4	5,4	0
	ME 0,3	0,2	0,1	0,2	0
Totale	69,4	68,9	68,4	66,4	-

Fig. 30 a

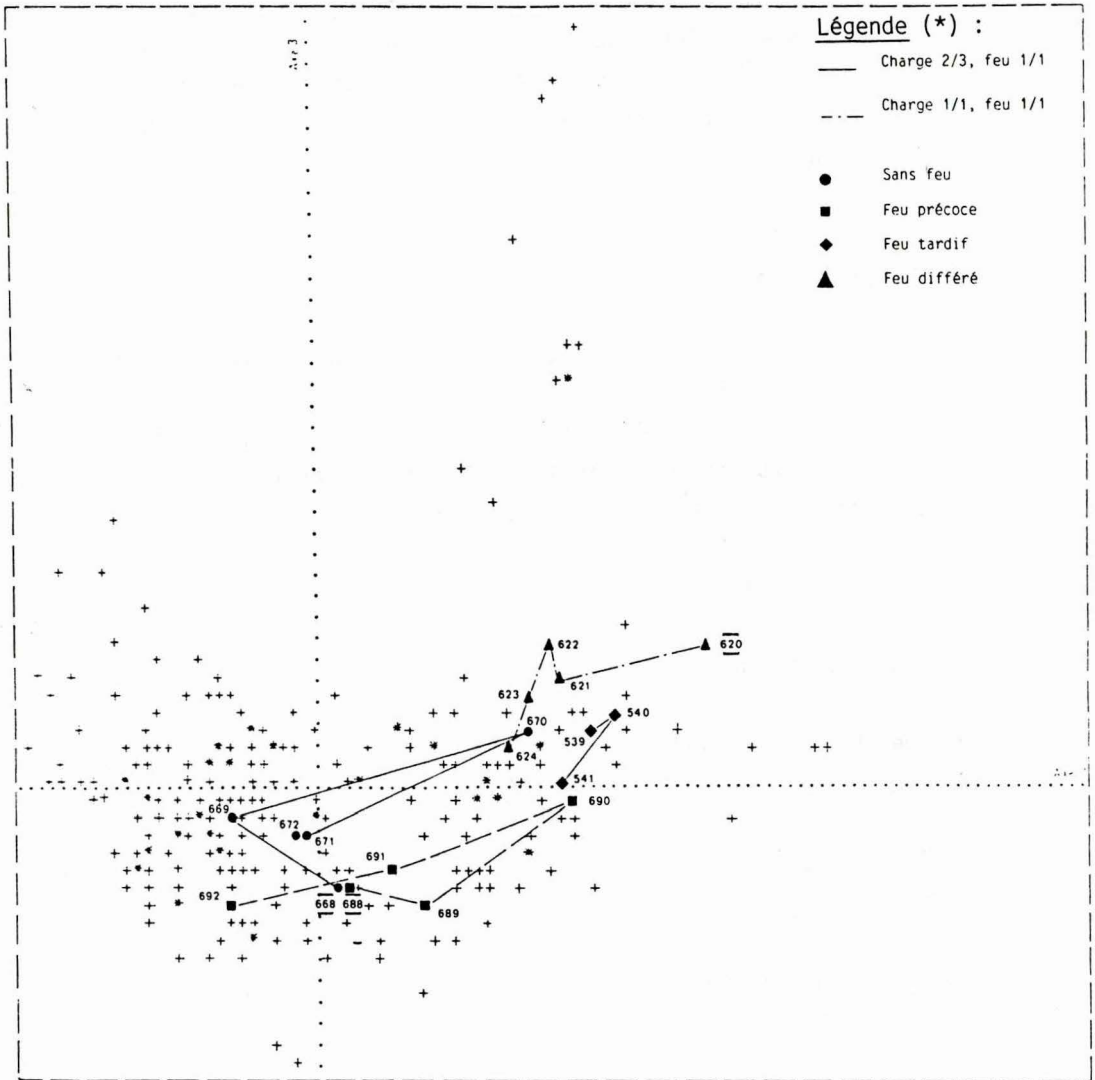
Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol basaltique rouge (Axes 1 et 2).
Comparaison de l'évolution de la végétation herbacée sous différents types de feux et en l'absence de feu d'une formation exploitée en vaine pâture avec charge correcte.



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Fig. 30 b

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol basaltique rouge (axes 1 et 3)
 Comparaison de l'évolution de la végétation herbacée sous différents types de feux et en l'absence de feu d'une formation exploitée en vaine pâture avec charge correcte.



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

- . sous feu différé (tab.45), la valeur pastorale s'améliore également (+ 4,6 p.cent) de par l'augmentation de la fréquence des espèces à "excellent" ou "bon" indice (Bra, Hdi, Set et Hfi) et la régression des espèces à indice "moyen" ou "médiocre" (Pho, Gdi, Imp.)
- . sans feu, la valeur pastorale passe de 69,4 à 66,4, valeur assez faible pour une formation sur sol basaltique, par suite de la diminution de la contribution des espèces à indice "excellent" et surtout de Hdi. Pour les espèces à "bon indice", la régression de Pap est compensée par l'augmentation de Hfi, ce qui indique tout de même, par l'importance de cette dernière espèce, une dégradation de la formation.

Sur sols granitiques

Nous n'avons pas, dans cette formation, des exemples des différents types de feu appliqués chaque année sur une végétation déboisée. L'effet des feux précoces et des feux différés a été observé sur des parcs déboisés et chargés 2 ans sur 3 alors que les feux tardifs sont comparés au traitement sans feu dans des parcs non déboisés chargés chaque année.

Evolution du tapis herbacé :

- sous feu précoce (tab.47), on observe l'évolution suivante :
 - . augmentation de B. brizantha, H. diplandra et surtout de P. phragmitoides (+ 26,5 p.cent)
 - . diminution de U. thyrsioides et surtout de A. schirensis (- 19,9 p.cent) et L. kagerensis (- 11,8 p.cent),
 - . augmentation sensible de la surface de base qui passe de 3,62 à 5,95 p.cent du sol.

Cette évolution sous feu précoce des formations sur sols granitiques est confirmée par les résultats observés avec pâture différée un an sur 3 dans une parcelle déboisée (tab.48).

Tab. 47

Evolution de la végétation herbacée et de la valeur pastorale sous feu précoce, avec charge correcte et pâture continue, d'un parc non déboisé sur granite (G3)
Contribution spécifique (p.cent)

<u>Dates</u>	1958	1960	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	216	218	222	
<u>Espèces</u>				
Bra	0	1,2	6,7	+
Hru	0,3	3,7	1,1	0
Hdi	5,2	6,9	7,3	+
Pap	8,8	27,1	35,3	+++
Hbr	4,7	3,6	3,9	0
Sch	1,2	1,1	2,7	0
Set	0	1,7	1,9	+
Hfi	7,7	6,6	7,7	0
Ure	1,4	0	0,6	-
Asi	22,6	7,6	2,7	--
Gdi	21,1	21,0	19,1	0
Lka	17,4	16,3	6,6	--
Pdi	2,2	1,8	1,5	-
Divers	7,4	1,5	2,9	-
<u>Surf. de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>	3,69	4,49	5,96	++
<u>Valeur</u> <u>pastorale</u> <u>(p.cent)</u>	TB 5,0	10,2	12,9	++
	BO 17,0	28,6	37,5	++
	MO 32,0	21,6	14,8	--
	ME 0,4	0,4	0,3	0
Totale	54,4	60,8	65,5	++

Tab. 48

Evolution de la végétation herbacée et de la valeur pastorale sous feu précoce 1 an sur 3, avec charge correcte 2 ans sur 3 et pâture continue d'un parc déboisé, sur granite (G11)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1958	1960	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	303	305	307	
<hr/>				
<u>Espèces</u>				
Bra	2,1	2,7	6,5	+
Hru	1,6	1,0	0,8	-
Hdi	10,8	13,3	5,3	-
Pap	10,0	16,6	29,7	++
Hbr	3,0	1,9	1,3	-
Set	10,5	11,9	13,7	+
Hfi	14,0	6,0	3,4	--
Ure	6,3	11,5	1,2	-
Asi	17,8	11,0	8,4	--
Gdi	14,2	14,8	20,3	+
Lka	5,3	4,5	2,4	-
Pdi	1,6	0,6	0,9	-
Divers				
<hr/>				
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	5,28	6,04	8,45	++
<hr/>				
<u>Valeur</u> <u>pastorale</u> (p.cent)	TB 12,0	13,9	10,8	-
	BO 28,5	31,6	35,9	++
	MO 18,9	16,4	17,4	-
	ME 0,3	0,1	0,3	0
Totale	59,7	62,0	64,4	++
<hr/>				

Dans cet exemple, on observe d'autre part, une diminution sensible de H. filipendula (-11,6 p.cent) ce qui n'était pas le cas pour le parc G3. Il semble donc que la mise en repos 1 an sur 3 ait réduit la contribution de Hfi.

- Sous feu tardif (tab. 49), la formation sur granite évolue dans le même sens que sur basalte soit augmentation de P. phragmitoides et diminution de S.sphacelata et H. filipendula.

On observe cependant, sur granite, une augmentation importante des "graminées diverses" (+ 17 p.cent). Ceci est probablement dû à l'augmentation de la végétation ligneuse dont le parc granitique n'a pas été débarrassé.

On peut noter également, par ce traitement, une stabilité du couvert herbacé.

- Sans feu (tab. 50), l'évolution de cette formation est sensiblement différente de celle sur basaltes et assez semblable à celle observée, ci-dessus, sous feu tardif. On remarque surtout la forte diminution de A. schirensis (- 13,9 p.cent) et la forte augmentation des "graminées diverses" et des cypéracées qui passent de 10,4 à 32,3 p.cent.

Cette évolution est liée à l'embuissonnement qui est ici très important. On peut noter d'autre part, l'augmentation de la surface de base de 1,7 p.cent qui était très faible au départ (3,31 p.cent).

- Sous feu différé (tab. 51) et en l'absence de pâture 1 an sur 3, la végétation est restée remarquablement stable. Cette stabilité est illustrée par les figures 31 a et b dont les relevés sont très groupés, comme pour ce même type de feu sur sol basaltique (fig. 30 a et b).

Notons enfin l'augmentation de la surface de base qui passe de 5,07 à 7,66 soit une progression de plus de 50 p.cent.

Tab. 49 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale sous feux tardifs, avec charge correcte chaque année et pâture continue, dans un parc non déboisé sur granite (G4A)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Période</u>	1958	1960	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	227	229	231	
<u>Espèces</u>				
Bra	0	2,8	3,1	+
Hru	1,9	1,0	0,4	-
Hdi	3,7	6,2	5,7	0
Pap	6,5	18,8	21,8	++
Hbr	3,0	1,6	2,2	0
Sch	1,1	1,7	1,1	0
Set	13,1	4,2	8,8	-
Hfi	28,0	6,6	2,1	--
Ure	0,6	1,4	0,5	0
Asi	12,1	5,0	7,4	-
Ldi	0,2	0	0,1	0
Gdi	14,1	34,8	31,1	++
Lka	14,2	14,9	10,6	0
Pdi	0,8	0,8	1,5	0
Divers	0,7	0,2	3,6	0
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	5,36	4,64	5,71	0
<u>Val .pastorale</u> TB 4,5		8,6	7,8	+
(p.cent) B0 32,8		23,6	26,1	0
MD 19,3		26,2	25,3	+
ME 0,2		0,2	0,3	0
Totale	56,8	58,6	59,5	+

Tab. 50 Evolution de la végétation herbacée et de la valeur pastorale en l'absence de feu, avec charge correcte chaque année et pâture continue d'un parc non déboisé sur granite (G5A)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Epoque</u>	1958	1960	1962	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	244	246	248	
<hr/>				
<u>Espèces</u>				
Bra	3,2	0,1	5,2	0
Hdi	21,2	22,9	6,4	--
Pap	6,1	7,5	14,7	+
Hbr	3,8	9,5	3,7	0
Set	7,8	0,7	1,4	-
Hfi	6,7	3,5	1,9	-
Ure	2,6	2,7	1,1	0
Asi	21,1	18,2	7,2	--
Gdi	10,4	21,8	32,3	+++
Lka	15,4	9,8	15,5	0
Pdi	0,9	1,7	1,8	+
Divers	0,8	1,6	8,8	+
<hr/>				
<u>Surf. de base</u> <u>(p.cent du sol)</u>	3,31	4,31	5,02	+
<hr/>				
<u>Val. pastorale</u> TB 20,0		18,5	10,3	--
(p.cent) BO 18,0		16,3	17,5	0
MO 22,5		24,2	29,3	+
ME 0,2		0,3	0,4	+
Totale	60,7	59,3	57,5	-

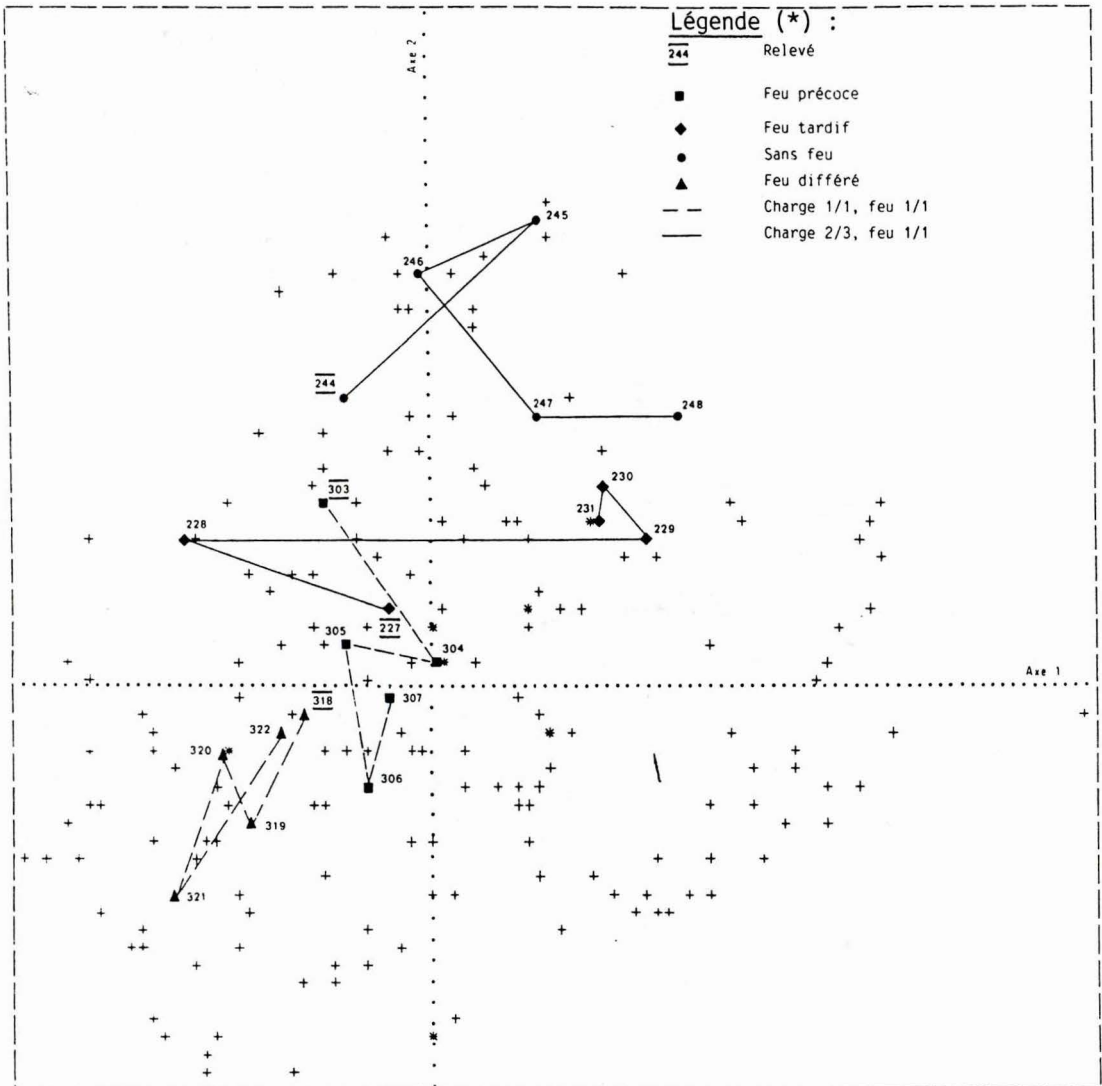
Tab. 51 Evolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale, sous feux différés 1 an / 3, avec charge correcte 2 ans sur 3 et pâture continue, d'un parc déboisé sur granite (G12)

Contribution spécifique (p.cent)

Période	1958	1960	1962	Tendance évolutive
No relevés	318	320	322	
<u>Espèces</u>				
Bra	2,8	3,2	6,3	+
Hdi	11,0	13,5	14,0	+
Pap	29,4	29,5	22,0	0
Hbr	7,5	2,5	6,4	0
Set	5,3	11,9	11,0	+
Hfi	8,7	6,6	10,3	+
Ure	6,5	0,3	2,1	-
Asi	9,7	5,7	2,6	-
Gdi	7,6	13,4	12,5	+
Lka	8,9	3,4	9,5	0
Pdi	0,2	0,6	1,0	0
Divers	2,4	9,4	2,3	0
Surf. de base (p.cent du sol)	5,07	6,75	7,66	+
Val. pastorale TB	12,4	17,8	17,2	+
(p.cent) BO	39,5	35,5	35,4	-
MO	13,0	12,9	12,4	-
ME	0	0,1	0,2	+
Totale	64,9	66,7	65,2	0

Fig. 31 a

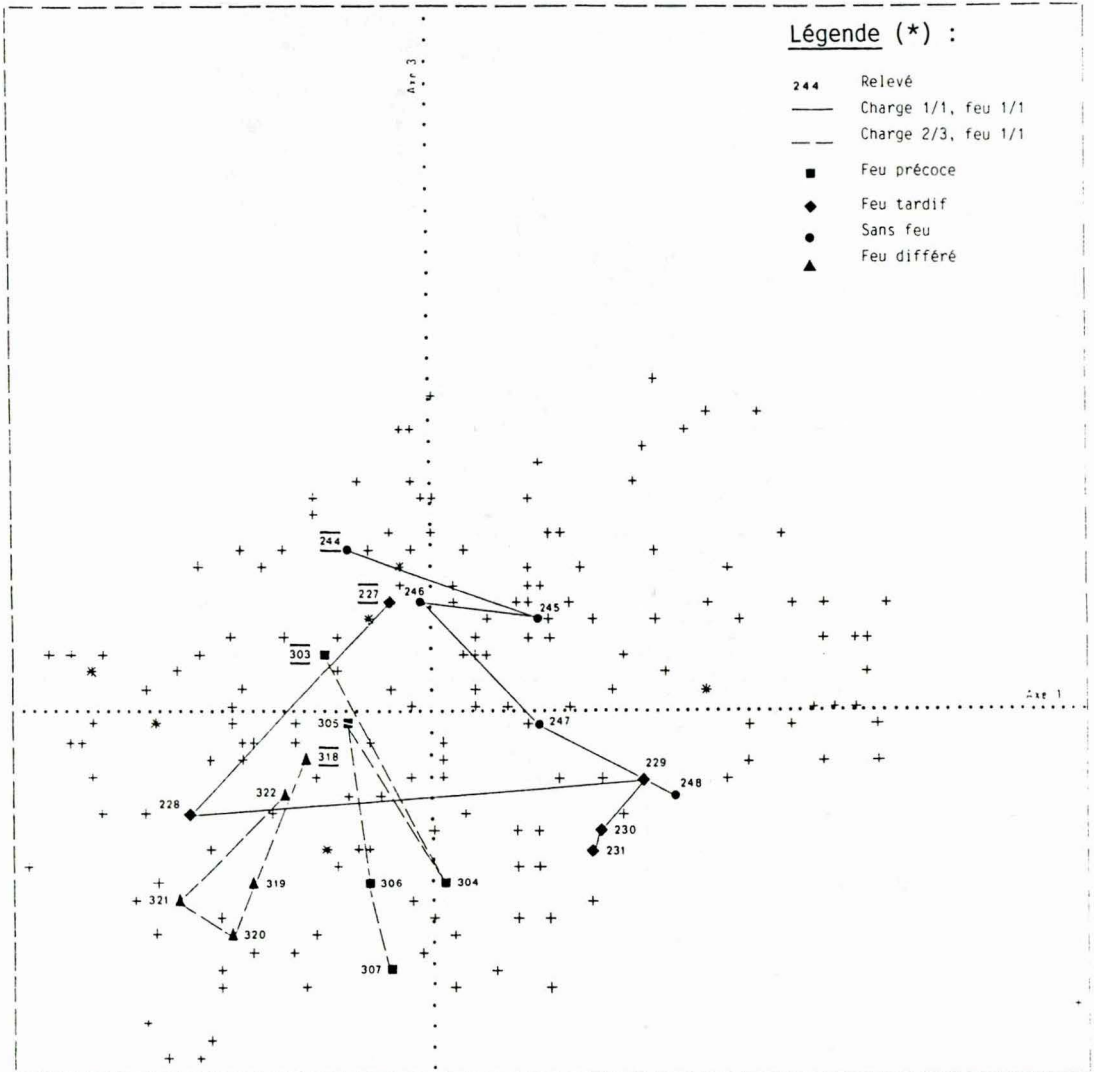
Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol granitique (Axes 1 et 2).
Evolution de la végétation herbacée sous différents types de feux et sans feu d'une formation exploitée en vaine pâture avec une charge correcte.



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Fig. 31 b

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude
des relevés sur sol granitique (Axes 1 et 3)
Evolution de la végétation herbacée sous différents types de feux
et sans feu d'une formation exploitée en vaine pâture avec une
charge correcte.



(*) Abréviations. cf. p.3 et 4.

- Evolution de la valeur pastorale

La valeur pastorale évolue différemment selon les types de feux. Sous feu précoce et feu tardif (tab. 46 et 48), l'évolution est favorable grâce à l'augmentation de Pap, espèce à "bon" indice pastoral, mais sous feu précoce, l'amélioration est plus importante que sous feu tardif (de 4,7 à 11,1 points sous feu précoce et + 2,2 sous feu tardif). Sous feu différé, la valeur pastorale est stable. L'augmentation de la contribution de Bra et Hdi est compensée par la diminution de Ure et Asi.

En fait, seul le régime sans feu provoque une diminution de la valeur pastorale de cette formation, diminution non pas due directement à l'absence de feu mais plutôt indirectement. En effet, nous avons vu que sans feu, l'embroussaillage sur sol granitique était important et inéluctable. Il a provoqué une progression continue et importante des graminées diverses dont la valeur pastorale est "moyenne" et la diminution non moins importante de Hdi.

En résumé, on peut observer, de l'action des feux, que :

- pour tous les traitements et toutes les formations, une augmentation sensible de la surface de base couverte due probablement, en début d'expérimentation (1956), à une uniformisation, à la baisse, des chargements en saison des pluies et à l'absence de pâture en saison sèche. Ainsi, le feu n'aurait pas une action directe sur la couverture de sol par les espèces herbacées. Nos observations confirment en partie celles de Afolayan (1979) qui constate cependant que les feux de saison sèche avaient provoqué l'augmentation de la S.B. en éliminant la litière et les vieilles souches qui empêcheraient le développement des espèces pérennes et annuelles.

Nos expériences n'ont pas confirmé ces observations; l'absence de feu a tout de même provoqué une légère augmentation de la S.B., aussi bien sur sol basaltique que sur sol granitique et les feux tardifs n'ont pas provoqué de plus grands changements.

- la valeur pastorale a subi, dans les formations sur sol basaltique, une légère augmentation avec les feux tardifs et les feux différés. Cette

augmentation est la conséquence de l'augmentation de la contribution spécifique de Hdi et Pap au détriment de Set et Hfi. Les feux précoces et l'absence de feu ont fait régresser la valeur pastorale. Ici nous pouvons dire, avec Vogl (1974), Afolayan (1979) et Klötzli (1981), que les feux violents de SS, qui ont éliminé la litière, ont permis à des espèces pérennes agressives telles que Hdi et Pap, à prendre la place d'espèces moins vigoureuses (Set, Hfi).

Dans les formations sur sol granitique, la valeur pastorale a légèrement diminué en l'absence de feu due à l'augmentation importante des graminées diverses et la diminution de Asi dont le comportement reste encore sans explication. Dans ces formations, les feux précoces et les feux tardifs, par l'augmentation importante de la contribution de Pap et la diminution de Hfi, Asi et Lka. L'absence de feu a provoqué l'augmentation classique de l'embuissonnement et le développement des "graminées diverses" à faible valeur pastorale alors que les feux, aussi bien précoces que tardifs ont éliminé la litière et permis à Pap de prendre un grand développement au détriment des espèces moins envahissantes. Les feux précoces, sur sols granitiques plus sableux que les sols basaltiques, donc plus vite asséchés, ont la même violence que les feux tardifs lorsqu'ils sont allumés en décembre sur une végétation déjà sèche.

On peut enfin observer, en général, avec les feux, que la végétation herbacée est très stable aussi bien au point de vue surface de base, valeur pastorale et composition floristique. Elle ne subit jamais de bouleversement spectaculaire ou de disparition totale d'espèces généralement fréquentes. Celles-ci sont en grande majorité des hémicryptophytes dont les souches sont bien protégées pour résister aux feux courants et dont le système racinaire extraordinairement développé permet une rapide reprise et une bonne couverture du sol en empêchant ainsi l'installation d'espèces étrangères (César, 1971; Lamotte et Bourlière, 1978; Menaut et César, 1979; Trabaut, 1980).

4.4.3. Actions sur le sol

Comme nous l'avons déjà souligné § 4.4.1.3. (les températures), même si l'élévation de la température est modérée au niveau du sol, elle est suffisante pour détruire une partie de la matière organique ainsi qu'une fraction des micro-organismes superficiels, et par là, avoir une action défavorable sur la structure et la productivité de la végétation (Pitot et Masson, 1951; Dommergues, 1954; West, 1965; de Rham, 1970; Ahlgren, 1974; Trabaud, 1980).

Le feu, par l'action de mise à nu du sol et de dépôt des cendres, diminue d'autre part le coefficient d'albédo (près de 50 p.cent) et entraîne un réchauffement du sol qui peut aller jusqu'à plusieurs degrés et suivant la disponibilité du milieu en eau, peut modifier l'état végétatif du tapis herbacé (Monnier et Cerf, 1977).

Mais une action plus spectaculaire du feu sur le sol est la modification de la fertilité. Il est certain qu'il y a une perte d'azote due au feu. La végétation vivante et la litière sont plus ou moins consommées et évacuées sous forme de fumée lors des brûlages alors que les éléments nutritifs minéraux contenus dans la végétation et la litière restent sur place sous forme de cendres. La diminution de la teneur en azote est donc générale et expliquerait, en partie, le maintien de la savane en zone humide (de Rham, 1970; Trabaud, 1980). Le sodium tend aussi à diminuer.

Par contre, on observe un enrichissement tout d'abord général puis plus localisé de l'horizon supérieur en phosphore, potassium, calcium et magnésium à court et moyen terme après les feux et une élévation de Ph (Guillauteau, 1959; Vogl, 1974; Harrington et Ross, 1974; Savage, 1980; Trabaud, 1980). Ces apports sont généralement répartis uniformément puis deviennent localisés après avoir été transportés par les vents et par suite l'accumulation dans les légères dépressions ou contre d'autres obstacles. Mais cette accumulation d'éléments biogènes est limitée dans le temps par les pluies qui lessivent rapidement ces cendres et les entraînent en bas de pente.

Une autre action du feu, sur le sol et la végétation, peut-être la plus importante, est son action érosive. Elle représente certainement l'action la plus néfaste des feux incontrôlés et est le principal argument des

adversaires de cette pratique (Aubréville, 1949; Guilloteau, 1959). Granier (1976), à Madagascar, a effectué des mesures de ruissellement et de pertes en terres et a montré que la stabilisation des pertes était assez rapide, en corrélation avec la fermeture du couvert herbacé.

Hurault (1975), dans ses observations en Adamaoua, a insisté sur le danger de l'écoulement linéaire, favorisé dans une certaine mesure par le feu, détruisant la végétation herbacée, mais également ligneuse. Cette dernière aurait un effet anti-érosif marqué, même en l'absence d'un tapis herbacé, comme cela peut être le cas dans les zones très envahies par les ligneux.

West (1965) a insisté sur la très faible capacité d'infiltration que possède le sol nu après un feu tardif.

Nos expériences en Adamaoua nous ont montré que ce problème de dénudation du sol était extrêmement important dans les zones dégradées. Lorsque le sol est mis à nu, l'eau des premières pluies ruissèle presque entièrement en provoquant une érosion en nappe qui stérilise le sol et empêche toute régénération, comme nous le verrons plus loin (photo 4).

Mais la suppression des feux a un effet surtout négatif par le réembuissonnement qui en découle, comme nous l'avons vu au chapitre précédent. Pour les auteurs tels que West (1958, 1965), Plowes (1955), Van Rensburg (1952) Pratt et Gwynne (1977), Piot (1966a) et nous-mêmes, c'est un argument suffisant pour justifier l'utilisation des feux contrôlés.

4.4.4. Actions sur la faune du sol

Vu que les températures élevées n'affectent que quelques centimètres du sol pendant un court laps de temps, la micro et la macro-faune du sol ne sont pas affectées et l'activité végétale qui en dépend est peu perturbée (Lamotte et Bourlière, 1978; Wenger, 1983). Cependant, selon les éleveurs, les feux auraient une action d'assainissement des pâturages et en particulier par la destruction des tiques, vecteurs de nombreuses maladies (richettsioses, pyroplasmoses, viroses, etc.).

Si les feux peuvent atteindre les tiques accrochées aux parties aériennes des végétaux, celles qui se trouvent dans le sol ne sont pas atteintes.

Piot (1967) a montré que les feux avaient une faible incidence sur la densité de la population de tiques de Wakwa.

Pour ce qui concerne les insectes ainsi que pour les populations de micro-mammifères (et d'antilopes), Lamotte et al. (1981) Rowe-Rowe (1982) ont montré que ceux-ci étaient très bien adaptés aux feux de brousse.

4.5. Influence de l'exploitation différée (repos)

Si, dans le dispositif initial de 1956/57, quelques parcs n'étaient pas pâturés 1 an sur 3, dès 1964 cette pratique a été systématiquement expérimentée et des mises en différé de longue durée (3 ans sur 4) ont été comparées à des repos plus courts (1 an sur 3) ou à des systèmes sans repos.

Après la mise en différé d'exploitation, la biomasse herbacée était systématiquement brûlée selon différents types de feux (cf. protocole en annexe A2).

4.5.1. Différé de longue durée + feux (3 ans sur 4) des formations sur sols basaltiques

Evolution du tapis herbacé

L'analyse des résultats portés dans les tableaux 52 à 54 nous montre :

- une augmentation très importante de la contribution de Andropogon gayanus (10 p.cent et plus), de H. bracteata (de 3 à 10 p.cent) et de H. filipendula (10 à 18 p.cent) selon le type de feu,
- une diminution significative de H. rufa (de 6 à 11 p.cent) et des graminées diverses, selon le type de feu alors que P. phragmitoides diminue sensiblement (-13,6 p.cent) avec des feux tardifs.
- le couvert herbacé au niveau du sol est stable sur cette période de 10 années, mais relativement faible (7 à 8 p.cent) avec feux différés.

Evolution de la valeur pastorale

La valeur pastorale évolue généralement de manière favorable ou se maintient à un niveau élevé, et ceci curieusement surtout avec feu différé (début de saison des pluies) grâce aux espèces à indice "très bon" qui ont pris partout une part importante dans la valeur pastorale totale.

Tab. 52 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale en différé et feux précoces 3 ans sur 4, avec charge correcte (1 an sur 4), en rotation d'une formation sur basalte (F9)

contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1964	1966	1970	1974	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	051	052	053	054	
<u>Espèces</u>					
Aga	1,9	3,3	20,9	11,4	++
Bra	8,4	4,3	5,1	10,7	0
Hru	10,1	19,6	9,0	1,5	--
Hdi	21,3	15,6	5,5	10,5	--
Pap	20,9	25,2	13,3	22,3	0
Hbr	2,0	1,8	22,9	12,1	++
Set	3,1	5,8	5,8	2,0	0
Hfi	4,1	5,7	6,2	19,1	++
Gdi	11,3	4,7	0,2	3,1	--
Pdi	2,2	3,0	0	1,7	0
Divers	14,7	11,0	11,1	5,3	--
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	7,65	11,31	7,19	9,60	0
<u>Valeur pastorale</u> (p.cent)	TB 34,7	35,3	35,6	29,7	0
	BO 26,3	33,9	38,5	40,6	+
	MO 9,0	2,9	1,7	2,1	-
	ME 1,0	0,6	0	0,3	-
Totale	71,0	72,7	75,8	72,7	+

Tab. 53 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale en différé et feux tardifs 3 ans sur 4, avec charge correcte (1 an sur 4), en rotation d'une formation sur basalte (R12)

contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1965	1969	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	625	626	627	
<u>Espèces</u>				
Aga	0,8	4,8	12,2	++
Bra	3,4	5,5	6,8	+
Hru	8,2	7,5	2,4	-
Hdi	20,4	28,7	21,8	0
Pap	31,6	25,9	18,0	--
Hbr	2,0	7,0	5,4	+
Set	11,5	4,1	11,1	0
Hfi	6,3	9,2	15,4	++
Gdi	4,0	1,2	0,6	-
Pdi	0,8	0,6	1,8	+
Divers	11,0	5,5	4,5	-
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	9,85	11,43	9,92	0
<u>Valeur pastorale</u> TB	26,7	38,5	36,9	+
(p.cent) BO	39,4	35,2	35,4	-
MO	4,4	0,9	0,7	-
ME	0,4	0,2	0,5	0
Totale	70,9	74,8	73,5	+

Tab. 54

Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale en différé et feux différés 3 ans sur 4, avec charge correcte (1 an sur 4) en rotation, d'une formation sur basalte (F14)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1965	1969	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	067	069	070	
<u>Espèces</u>				
Aga	0,1	11,6	12,3	++
Bra	12,3	9,1	11,6	0
Hru	17,4	9,3	6,1	--
Hdi	29,0	19,4	18,0	-
Pap	20,4	19,5	16,0	-
Hbr	1,2	1,5	5,4	+
Set	1,3	1,0	2,4	0
Hfi	1,8	5,9	20,5	++
Gdi	3,5	2,8	2,7	0
Pdi	1,0	2,8	0,9	0
Divers	12,0	17,1	14,1	0
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	7,02	8,17	6,76	0
<u>Valeur pastorale</u> TB	48,8	42,0	40,3	-
(p.cent) BO	22,6	25,6	30,5	+
MO	3,5	4,2	2,3	0
ME	0,8	1,7	0,7	0
Totale	75,7	73,5	73,8	0

4.5.2. Différé de longue durée + feux (3 ans sur 4) des formations sur sols granitiques

Evolution du tapis herbacé

Dans ces formations sur sols granitiques, une longue période de non exploitation et de feux précoces (tab. 55 et 56) entraîne une diminution de P. phragmitoides (entre 2 et 15 p.cent) et une augmentation de H. filipendula (entre 7 et 18 p.cent) comme sur sols basaltiques.

Le couvert est très fluctuant : il augmente dans une première phase pour ensuite régresser. Peut-être est-ce dû à la modification du couvert ligneux, mais cela n'a pas pu être vérifié.

Evolution de la valeur pastorale

La valeur pastorale évolue positivement ou reste stable, mais possède des valeurs assez faibles sur parcelles non déboisées et des valeurs plus élevées sur parcelles déboisées de par l'importance des espèces "moyennes" et la faible contribution des "très bonnes" espèces.

4.5.3. Différé de courte durée + feux (1 an sur 3) des formations sur sols basaltiques et sols granitiques

Avec des temps de repos plus courts (1 an sur 3), on peut observer, dans les formations sur sols basaltiques et sous feux précoces (tab. 57), une augmentation importante de H. bracteata (+ 8,8 p.cent) et une diminution de H. rufa (- 18,6 p.cent) alors que sur sols granitiques (tab. 58) la contribution de toutes les principales espèces reste stable. Dans les deux formations, la valeur pastorale se maintient à un niveau élevé (plus de 70 p.cent sur sols basaltiques et plus de 65 p.cent sur sols granitiques).

Tab. 55 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale en différé et feux précoces 3 ans sur 4, avec charge correcte (1 an/4), en rotation, de formations non déboisées sur sol granitique (G1 et G4B)

Contribution spécifique (p.cent)

Parcs					G4B (Feux précoces)		
G1 (Feux précoces)					G4B (Feux précoces)		
Dates	1962	1968	1972	Tendance	1970	1974	Tendance
No relevés	205	206	207	évolutive	237	238	évolutive
<u>Espèces</u>							
Aga	0,5	0	0,2	0	0	0	0
Bra	2,5	8,5	3,1	0	2,1	3,6	0
Hru	1,8	1,6	1,2	0	0,1	0,1	0
Hdi	10,4	7,0	16,9	+	4,4	3,7	0
Pap	11,3	13,7	5,3	-	8,4	6,9	-
Hbr	2,8	11,8	10,2	+	0,5	6,1	+
Set	1,5	1,0	1,6	0	0,3	1,2	0
Hfi	8,4	26,0	26,6	++	19,0	26,5	+
Ure	0,8	0,7	0	0	4,2	10,3	+
Asi	13,9	1,5	2,7	--	7,3	1,6	-
Gdi	23,8	11,7	6,4	--	28,2	28,8	0
Lka	14,9	7,7	13,0	0	16,8	8,3	-
Pdi	3,1	0,4	1,3	0	0,7	0,3	0
Divers	4,3	8,4	11,5	++	8,0	2,6	-
<u>Surf. de base</u> (p.cent du sol)	7,30	9,26	6,31	0	7,66	9,19	+
<u>Val. past.</u> (p.cent)	TB 12,5	14,8	17,6	+	5,5	6,4	+
	BO 18,6	36,5	33,1	+	23,0	32,4	+
	MO 26,0	12,7	11,4	-	26,4	18,9	-
	ME 0,6	0,1	0,3	0	0,1	0,1	0
Totale	57,7	64,1	62,4	+	55,0	57,8	+

Tab. 56 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale sous feux précoces (3ans sur 4), avec charge correcte (1 an sur 4), en rotation, dans un parc déboisé sur granite (G17)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1965	1969	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	377	378	379	
<u>Espèces</u>				
Bra	10,4	3,7	5,8	-
Hru	0,8	1,3	5,6	+
Hdi	21,4	25,2	25,4	0
Pap	25,3	13,1	10,0	--
Hbr	3,0	1,9	3,9	0
Set	4,7	7,0	7,2	+
Hfi	7,5	5,1	14,1	+
Ure	5,4	5,6	3,0	0
Asi	3,4	18,8	6,8	+
Gdi	6,2	8,0	4,7	-
Spy	1,3	0,1	1,2	0
Lka	2,6	7,3	7,9	+
Pdi	0,7	0,1	0,5	0
Divers	7,3	2,8	3,9	-
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	11,58	12,09	7,27	-
<u>Valeur pastorale</u> (p.cent)				
TB	27,3	25,5	31,5	+
BO	35,3	22,6	26,1	-
MO	6,6	16,6	9,8	+
ME	0,1	0	0,1	0
Totale	69,3	64,7	67,5	0 (-)

Tab. 57 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale en différé et sous feux précoces (1 an sur 3), avec charge correcte (2 ans/3), en rotation, d'une formation déboisée sur basalte (F17)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1964	1967	1970	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	115	117	119	121	
<u>Espèces</u>					
Aga	4,1	2,5	5,4	10,1	+
Bra	0,9	3,5	7,7	4,8	+
Hru	23,8	32,2	9,5	5,2	--
Hdi	10,1	21,6	5,2	13,1	0
Pap	17,6	12,8	39,9	17,7	0
Hbr	12,9	15,2	16,7	21,7	++
Set	1,3	1,2	2,6	1,2	0
Hfi	12,4	3,7	7,5	20,1	0
Gdi	7,2	1,0	0,2	0,9	0
Pdi	0,9	0,3	0,6	1,7	0
Divers	8,8	6,0	4,7	3,5	-
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	6,59	4,90	5,29	5,97	0
<u>Valeur pastorale</u> (p.cent)	TB 31,7	48,6	20,3	32,2	0
	BO 34,2	26,8	47,7	37,7	+
	MO 3,8	0,5	2,0	0,6	-
	ME 1,2	0,3	0,6	1,8	0
Totale	70,9	76,2	70,6	72,3	0

Tab. 58 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale, en différé et sous feux tardifs (1 an sur 3), avec charge forte (2 ans sur 3), en rotation, dans un parc déboisé sur sol granitique (G15)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1967	1970	1973	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	351	354	355	
<u>Espèces</u>				
Aga	0,2	0	0	0
Bra	1,9	2,3	1,6	0
Hru	0,5	6,1	0	0
Hdi	25,6	16,4	19,6	-
Pap	22,7	28,8	19,7	-
Hbr	6,6	4,6	9,7	+
Set	2,4	8,1	4,4	+
Hfi	12,8	9,2	16,9	0
Ure	0,2	0,6	1,8	0
Gdi	6,2	1,8	3,3	0
Spy	3,0	8,2	3,5	0
Lka	7,4	5,8	5,5	-
Pdi	0,2	1,2	0,9	+
Divers	10,3	6,9	13,1	+
<u>Surface de base</u> (p.cent du sol)	6,17	6,59	8,11	+
<u>Valeur pastorale</u> TB	22,9	20,1	17,2	-
BO	35,2	39,5	42,0	+
MO	9,0	7,5	7,2	0
ME	0	0,2	0,2	0
Totale	67,1	67,3	66,6	0

On peut se demander, cependant, si pour des mises hors pâtures de 3 ans sur 4, ce ne sont pas les feux qui déterminent l'évolution.

La comparaison avec les résultats du chapitre 4.2. sur les feux permet à ce sujet les observations suivantes :

- l'augmentation de A. gayanus sur basalte est fonction du repos alors que la diminution de H. diplandra semble liée aux feux précoces.
- la diminution de H. filipendula semble également plus liée aux feux qu'au repos qui la ferait plutôt augmenter. Mais l'augmentation est liée essentiellement à l'exploitation de saison sèche comme nous le verrons au chapitre suivant.
- l'évolution de P. phragmitoides est liée aux feux et au repos :
 - . le repos + feux font régresser cette espèce,
 - . la pâture + feux l'ont fait augmenter,
 - . l'absence de feu et la pâture l'ont fait diminuer sur basaltes et augmenter sur granites (influence des ligneux dans ce dernier cas).

4.6. Influence de l'intensification

L'intensification de l'exploitation des pâturages naturels peut être réalisée à différents niveaux, avec modification plus ou moins profonde de l'éco-système.

Nous pouvons tout d'abord distinguer l'éco-système pâturé dont l'exploitation peut être intensifiée par :

- l'augmentation des chargements globaux par unité de surface (augmentation de la charge saisonnière ou diminution de la fréquence des mises en différé),
- l'occupation toute l'année d'une même superficie (ce qui suppose la suppression de la transhumance) et apport éventuel de compléments protéiques,
- l'utilisation maximale de la production ou de la biomasse herbacée à un stade optimum de production et de qualité et distribution à des périodes de moindre production (seconde partie de la saison des pluies) ou de disette (saison sèche), sous forme de foin, de regain ou d'ensilage.

Mais l'intensification peut être réalisée également par des modifications plus importantes de l'éco-système soit par apports venant de l'extérieur sous forme de fumure, en particulier azotée, soit par un changement partiel de la végétation naturelle par introduction, par sur-semis ou en bande, d'espèces graminéennes fourragères plus productives ou/et de légumineuses adaptées ou encore par le remplacement total de la végétation naturelle par ces espèces.

Nous avons étudié dans ce chapitre l'évolution de la végétation soumise à différentes formes d'intensification sans apports extérieurs. L'intensification avec modification profonde de l'éco-système a été analysée dans le chapitre suivant.

4.6.1. Productivité maximum et optimum par unité de surface

Nous avons exposé, § 2.1.1. et dans le tableau de l'annexe A3, les protocoles d'exploitation des pâturages mis en place dès 1975 en vue d'une exploitation globale plus intense de la production des pâturages naturels.

L'analyse des relevés de la végétation de tous les parcs de Wakwa par les méthodes d'ordination en composantes principales de la matrice de similitude a permis de mettre en évidence une évolution assez importante par l'augmentation des chargements.

Les figures 32 a et b illustrent, pour le parc F9, l'augmentation de charge globale par passage d'une charge correcte 1 an sur 4 (relevés 46 à 51) à une exploitation 2 ans sur 3 en saison des pluies et le maintien des animaux en saison sèche sur les mêmes pâturages (relevés 56, 57, 58). Dès 1980, l'exploitation du pâturage en saison sèche était supprimée (relevé 59).

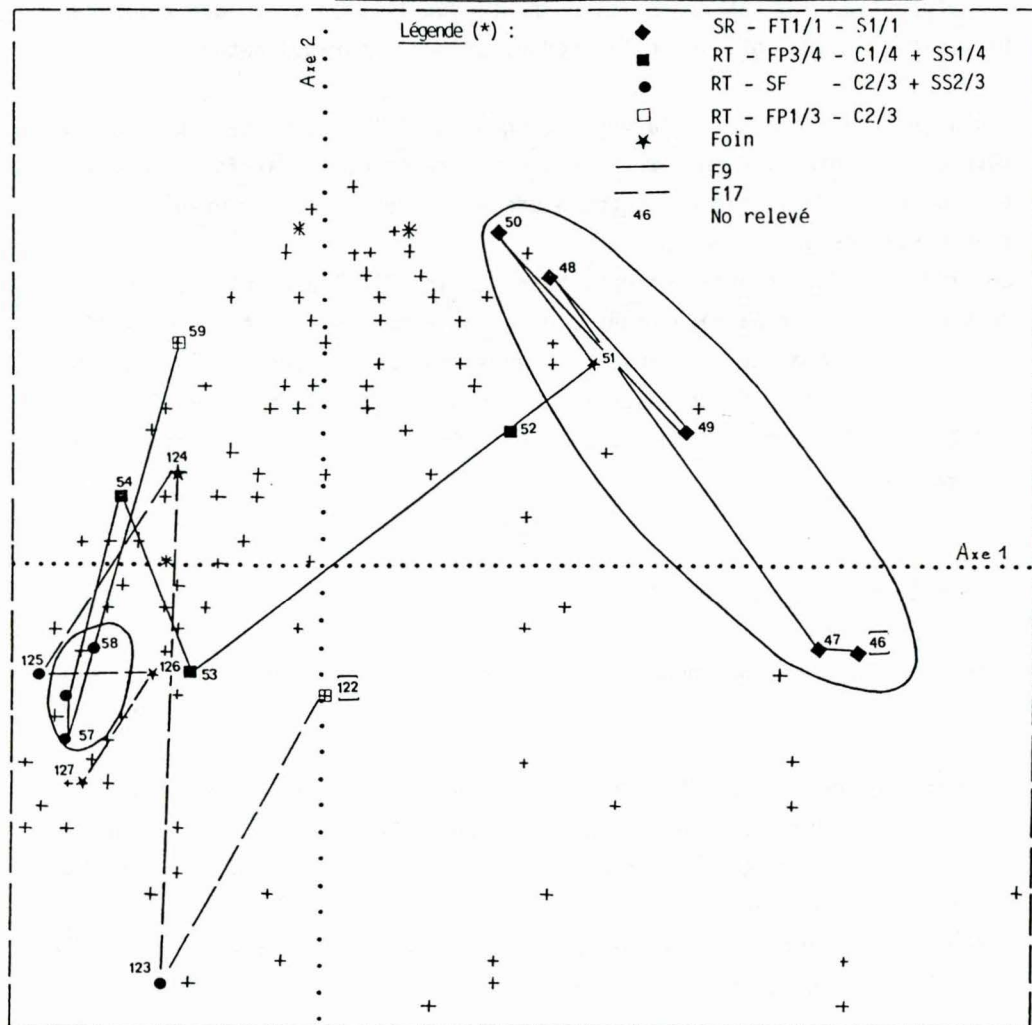
- Evolution du tapis herbacé

L'intensification a provoqué, au niveau des espèces, l'évolution suivante (tab.59) :

- . diminution de 16,2 à 3,2 p.cent de A. gayanus (qui, nous l'avons vu dans le chapitre 4.5., augmente sensiblement lorsque le pâturage n'est pas exploité) et de H. bracteata qui passe de 17,5 à 2,6 p.cent dans la contribution du pâturage,
- . augmentation importante de la contribution de H. filipendula qui passe de 12,6 à 34,6 p.cent.

Lorsque l'exploitation de saison sèche est supprimée, la contribution de H. filipendula régresse de 34,6 à 9,7 p.cent en l'espace de 2 années. Cette espèce est remplacée en partie par S. sphacelata qui augmente de 13,7 p.cent.

Fig. 32 a Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol basaltique récent (parcs F), axes 1 et 2. Evolution de la strate herbacée d'un parc exploité intensivement par pâture (F9) et d'un parc à foin (F17).

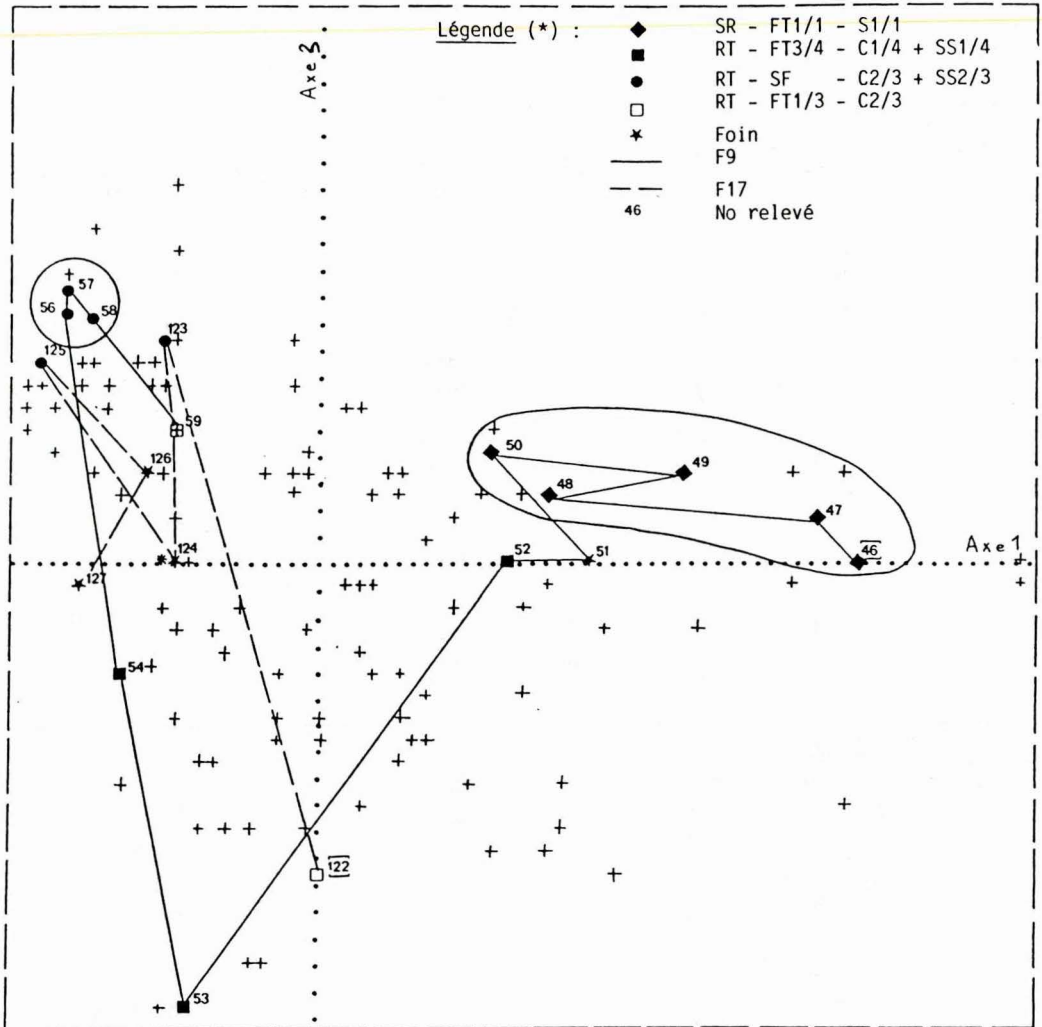


(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Fig. 32 b

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol basaltique récent (parcs F), axes 1 et 3.

Evolution de la strate herbacée d'un parc exploité intensivement par pâture (F9) et d'un parc à foin (F17).



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Tab. 59 Evolution de la strate herbacée et de la valeur pastorale
d'une formation ayant subi une exploitation intensifiée (F9)
Contribution spécifique (p.cent)

<u>Période</u>	1958-62	1964-74		1975-80		1981-82
<u>No relevé</u>	046-050 (moyenne)	053-054 (moyenne)	<u>Tendance évolutive</u>	056-058 (moyenne)	<u>Tendance évolutive</u>	059
<u>Espèces</u>						
Aga	0,7	16,2	--	3,5	0	2,9
Bra	5,5	7,9	0	7,3	0	10,8
Hru	26,1	5,3	-	0,8	0	2,7
Hdi	8,4	8,0	-	4,8	+	10,3
Pap	26,3	17,8	+	22,7	0	23,6
Hbr	1,0	17,5	--	2,6	+	9,3
Sch	1,4	4,3	+	9,6	-	1,2
Set	1,2	3,6	0	5,8	++	19,5
Hfi	3,6	12,6	++	34,6	--	9,7
Gdi	16,5	1,6	0	0,2	0	1,2
Pdi	1,4	0,8	0	1,8	0	1,4
Divers	7,9	8,2	0	6,3	0	7,4
<u>Valeur past. TB</u>						
(p.cent)	33,3	32,6		14,5		23,1
BO	26,7	39,6		50,1		43,1
MO	10,1	1,9		2,0		3,8
ME	0,5	0,1		0,6		0,5
Totale	70,6	74,2	--	67,2	+	70,5
<u>Protocole</u>						
(*)	:SR-FT 1/1	RT-FP3/4		RT-SF		RT-FP 1/3
	S 1/1	C 1/4 + ss 1/4		C2/3 + ss 2/3		C 2/3

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

- Evolution de la valeur pastorale

Par la diminution de "très bonnes" et "bonnes" espèces (Aga, Hbr) et la domination de H.filipendula, la valeur pastorale de cette formation sur basalte diminue sensiblement (de 74,2 à 67,2 p.cent) avec l'intensification de l'exploitation, mais lorsque le chargement de saison sèche est supprimé, la valeur pastorale s'améliore grâce à l'augmentation de la présence de H. diplandra et surtout la diminution de H. filipendula. Cette amélioration est illustrée, dans les figures 32 a et b, par la position du relevé No 59 dans la partie positive des axes 2 et 3, comme c'est le cas pour les relevés de la végétation soumise à des repos de longue durée.

Avec l'intensification, les relevés se répartissent dans la partie négative des axes 1 et 2 de la figure 32 a et dans la partie +1 et -3 de la figure 32 b.

4.6.2. Suppression de la transhumance

Dans les ranches nouvellement créés en Adamaoua, une des conditions imposées aux éleveurs pour l'obtention de terrains et de crédits est de renoncer à la transhumance de saison sèche. Les animaux doivent donc être maintenus durant cette saison sur les pâturages ayant été exploités en saison des pluies. Ils doivent donc consommer des refus et les maigres repousses après feux ou sans feux.

Dans les dispositifs de Wakwa mis en place en 1975 (cf. protocoles, annexe A3), de nombreux parcs ont été exploités selon ce mode.

- Evolution du tapis herbacé sur sols basaltiques

Sur sols basaltiques (tab.60, parc R15), on peut observer, dès 1975, une augmentation très importante de la contribution de H. filipendula qui passe de 13,3 à 47,4 p.cent et l'apparition de L. kagerensis qui atteint 8,1 p.cent. (Cette espèce, rare sur sols basaltiques, atteste de la proximité de la cuirasse ferrugineuse). Ces augmentations se font au détriment de presque toute les "très bonnes" et "bonnes" espèces fourragères.

L'amplitude de cette évolution du tapis herbacé est illustrée dans les figures 33 a et b.

Avant l'intensification, les relevés de la végétation se situent, dans les deux projections 1,2 et 1,3, dans la partie positive de l'axe 1. Avec l'exploitation du pâturage en saison sèche, les relevés sont disposés dans la partie négative de cet axe. En projection dans le plan 1,2 ils se situent dans la positive de l'axe 2.

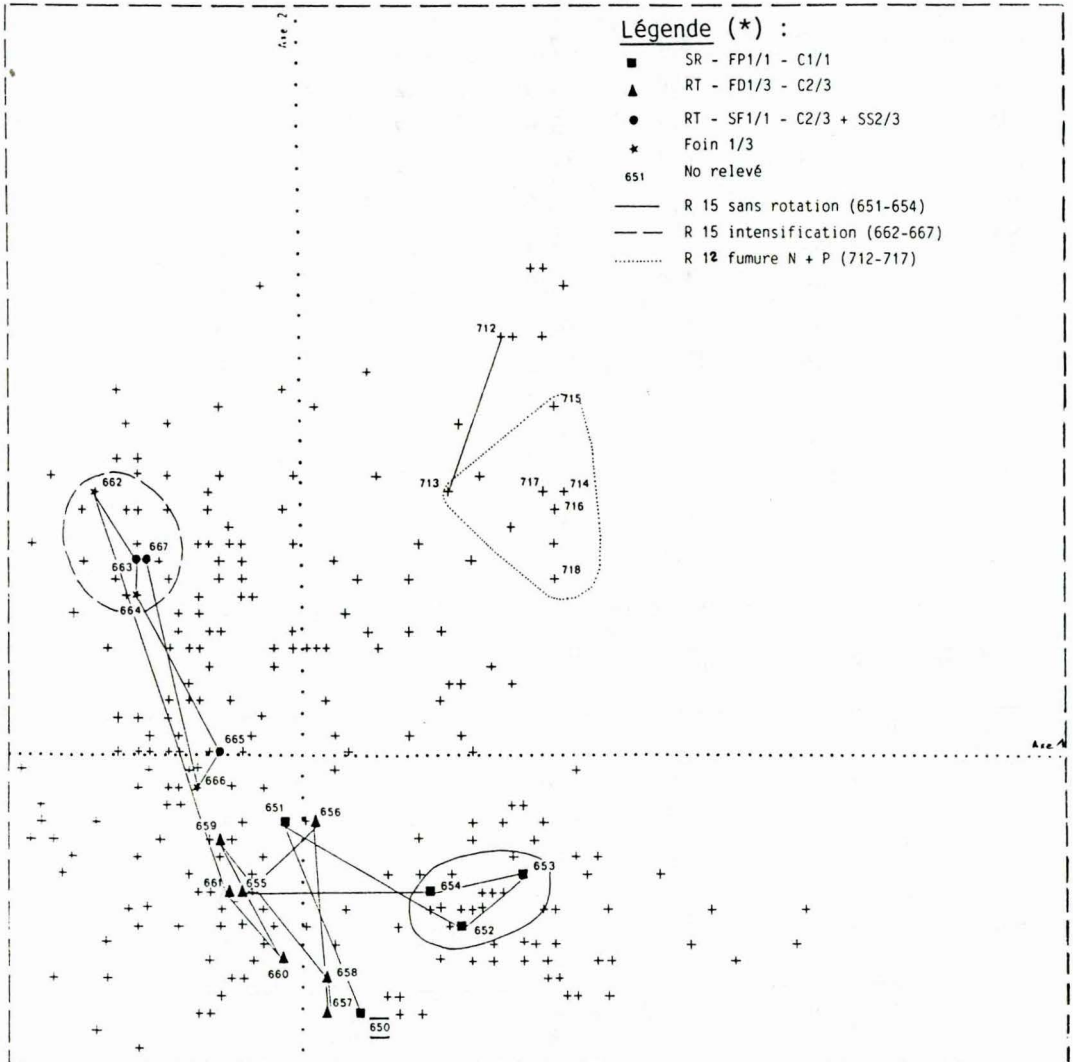
L'identification de tous les relevés de cette formation sur sols basaltiques anciens (parcs R) confirme ces observations. Elle montre que tous les relevés d'une végétation exploitée intensivement se situent dans la partie -1, +2 et -1, +/-3 des deux premiers plans de cette ordination.

Tab. 60 Evolution de la végétation herbacée et de sa valeur pastorale
d'une formation ayant subi une exploitation intensifiée et
des fauches pour du foin (R15)
 Contribution spécifique (p.cent)

<u>Périodes</u>	1958-59	60-63	63-74	75-82	<u>Tendance évolutive</u>
<u>No relevés</u>	650-51 (moyenne)	652-54 (moyenne)	655-61 (moyenne)	662-67 (moyenne)	74-82
<u>Espèces</u>					
Aga	5,7	3,7	7,9	2,9	-
Bra	3,8	4,4	4,0	2,2	-
Hru	4,2	11,3	3,6	0,2	-
Hdi	15,3	8,1	11,7	1,4	-
Pap	26,6	31,1	28,2	21,6	-
Hbr	1,5	2,1	3,5	0,4	-
Sch	0,8	1,0	2,9	1,8	0
Set	3,4	7,1	10,8	5,3	-
Hfi	13,8	12,6	13,3	47,4	++
Asi	6,4	2,9	0,8	0	0
Gdi	5,2	7,8	6,7	0,2	-
Lka	6,8	0,2	0	8,1	+
Pdi	1,0	1,5	0,6	1,4	0
Divers	5,5	6,2	6,0	7,1	0
<u>Surf. de base</u> (p.cent du sol)					
	781	727	970	-	
<u>Val.pastorale</u> (p.cent)					
TB	24,5	23,0	23,2	6,1	--
BO	32,4	38,4	42,1	51,0	++
MO	10,6	7,6	4,8	2,7	-
ME	0,3	0,4	0,3	0,2	0
Totale	67,8	69,4	70,4	60,9	--
<u>Protocole (*) :</u>					
	SR-FP1/1 C1/1	SR-FP1/1 C1/1	RT-FD1/3 C2/3	RT-SF C2/3+ss2/3 Foin 1/3+C	

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

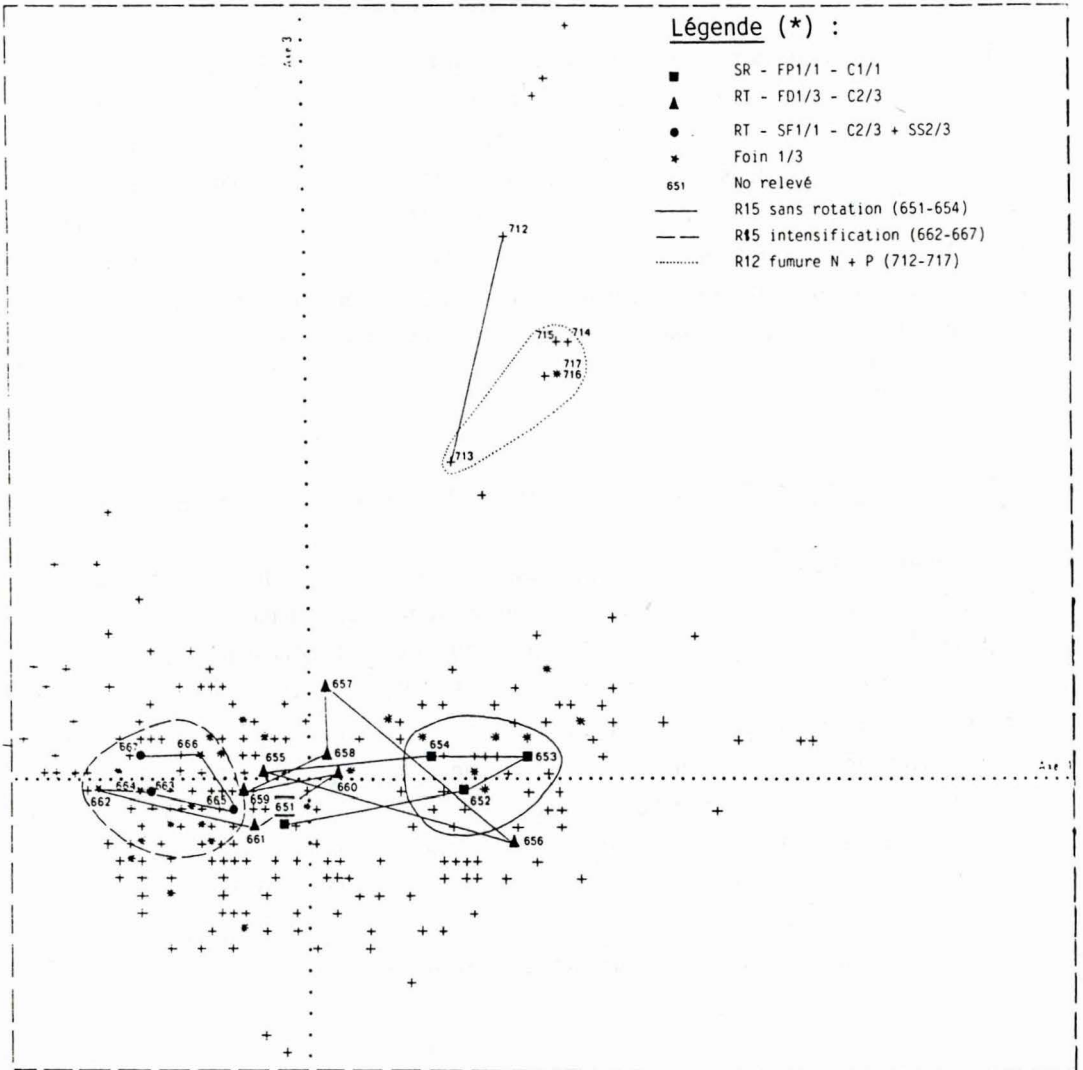
Fig. 33 a Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des parcelles sur sol basaltique ancien (Parcs R) dans les axes 1 et 2.
Evolution de la strate herbacée du parc R 15 de 1958 à 1982 et d'un essai de fumure (R12)



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Fig. 33 b

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des relevés sur sol basaltique ancien (parc R) dans les axes 1 et 3
Evolution de la strate herbacée d'une formation sur sol basaltique de 1958 à 1982 (R15) et d'un essai de fumure (R12)



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

- Evolution de la valeur pastorale

Par la domination écrasante de H. filipendula et l'apparition de Loudetia kagerensis, au détriment de toutes les espèces "très bonnes" et "bonnes", la valeur pastorale de cette formation chute considérablement : de 70,4 p.cent, elle atteint 60,9 p.cent, valeur qui est considérée comme "faible" pour une formation sur sol basaltique.

Notons que cette formation est exploitée d'autant plus intensivement que l'année de mise en repos 1 an sur 3, la biomasse herbacée est fauchée en fin de saison des pluies pour la fabrication de foin et sa mise à disposition en saison sèche sur la prairie sous forme de meules (photo11). Ainsi chaque année les repousses de saison sèche sont exploitées dès leur apparition et ceci a pour conséquence l'épuisement des réserves racinaires des espèces produisant des repousses qui disparaissent au profit des espèces n'en formant pas (espèces annuelles et certaines espèces vivaces, en particulier Hfi).

- Evolution du tapis herbacé dans les formations sur sols granitiques

Sur sols granitiques, (parcs G6A et G11, tab. 61, 62 et fig. 34 a et b), le chargement du pâturage en saison sèche provoque la diminution des contributions de H. diplandra (-11,2 p.cent), de H. bracteata (-7,1 p.cent), des "graminées diverses" (qui passent de 14,5 à 2,6 p.cent) et la disparition de A. schirensis. Ces diminutions sont compensées par l'augmentation de la contribution, comme sur sols basaltiques, de Hfi (respectivement +4,7 et + 7,8 p.cent) et surtout de Lka (+ 19,8 et + 8,7 p.cent), mais également, en G6A, de U. thyrsioides qui passe de 4,8 à 18,2 p.cent, augmentation qui n'est pas observée avec autant d'intensité en G11 car la présence de cette espèce y est déjà très importante (23,2 p.cent) par suite d'une exploitation antérieure en sous-charge.

Tab.61 Evolution du tapis herbacé et de la valeur pastorale d'une formation sur sol granitique ayant subi une intensification (G6A)

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Période</u>	1958	1959-63	1964-73	1974-82	<u>Evolution</u> 1973 -82
<u>No relevé</u>	271	272-275	276-281	282-283	
<u>Espèces</u>					
Bra	0,5	5,2	0,9	1,2	0
Hru	0	2,0	0,1	0,1	0
Hdi	9,2	9,3	19,2	8,0	--
Pap	2,9	19,3	10,8	15,7	+
Hbr	6,4	6,0	10,1	3,0	--
Hfi	5,2	12,5	6,7	11,3	++
Ure	6,0	1,6	4,8	18,2	++
Asi	32,5	6,8	15,1	0	--
Gdi	23,8	21,7	14,5	2,6	--
Spy	0,3	1,7	0,1	0,8	0
Lka	12,1	10,0	13,1	32,9	++
Divers	1,1	3,9	4,6	6,2	0
<u>Surf.base</u> (p.cent du sol)	5,78	4,71	9,18	-	
<u>Val. pastorale</u> TB	7,9	14,0	16,3	7,7	
(p.cent) BO	13,3	27,8	30,4	32,9	
MO	33,7	19,7	14,1	16,3	
ME	0	0,3	0,1	0,2	
Totale	54,9	61,8	60,9	57,1	-
<u>Protocole</u> (*) :	ND-SR FP1/1-CX	ND-SR FP1/1-C2/3	ND-RT FD1/3-52/3	ND-RT FT1/4-C3/4 + SS	

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Tab. 62 Evolution de la strate herbacée d'une formation sur sols granitiques avec intensification par augmentation du chargement dès 1974 (G11)

Contribution spécifique (p.cent)

Période	1958-63	1966	1967-73	1974	1975-82	Tendance évolutive
No relevés	303-307	308	309-312	313	314-317	1974 - 82
	(moyenne)		(moyenne)		(moyenne)	
<u>Espèces</u>						
Bra	4,7	1,6	0,8	2,3	1,2	-
Hdi	7,0	14,2	7,5	5,1	3,3	-
Pap	19,4	18,9	9,6	9,4	12,1	+
Hbr	1,8	6,4	10,1	3,1	0,8	-
Set	13,3	23,9	14,5	19,1	5,7	--
Hfi	9,3	3,7	10,4	5,9	13,7	++
Ure	4,3	5,0	9,7	23,2	28,7	+
Asi	10,4	4,7	4,4	4,3	0,2	-
Gdi	16,8	11,9	12,3	7,9	5,0	-
Lka	6,4	8,2	14,4	13,0	21,7	++
Pdi	0,9	0,1	0,3	0,7	1,0	0
Divers	6,7	1,4	6,0	6,0	6,6	0
Surf. de base (p.cent du sol)	657	992	1049	889	-	
<u>Val. pastorale</u>						
(p.cent) TB	11,1	13,5	7,0	6,4	3,7	-
BO	33,2	38,9	37,5	40,3	38,7	-
MO	17,5	12,0	14,9	12,1	13,8	0
ME	0,2	0	0,1	0,1	0,2	0
Totale	62,0	64,4	59,5	58,9	56,4	--
Protocole (*)	SR-FP1/1 C 2/3	RT-FT1/2 L1/2+ss	RT-FT1/2 L1/2+ss	RT-FT1/2 L1/1+ss +C	RT-FT C1/2 +ss +C	

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

On peut d'autre part remarquer que, jusqu'en 1974, la végétation dans le parc G6A (tab. 61) est en constante évolution alors que dans G11, l'évolution comprend deux phases : de 1958 à 1972 (relevés 303 à 311) puis, de 1974 à 1982 (relevés 313 à 317). Cette évolution correspond, pour la première phase, à une exploitation assez extensive et, pour la seconde, à une exploitation plus intense avec, en particulier, pâture chaque année en saison sèche.

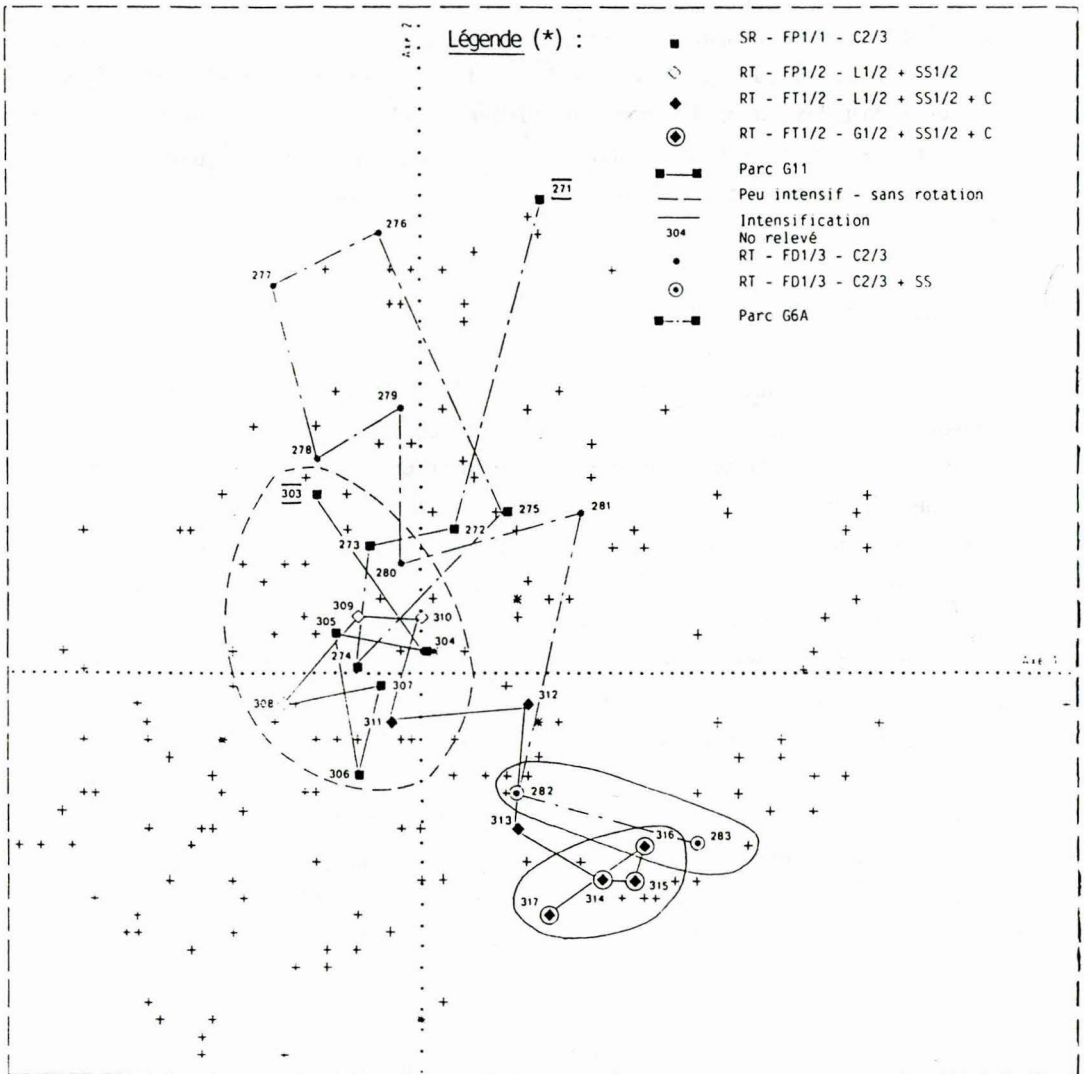
Dans l'analyse en composantes principales (fig. 34 a et b), si les relevés de la végétation soumise à une exploitation peu intense se situent, dans les deux figures, dans la partie négative de l'axe 1, les relevés réalisés après une exploitation intensive sont bien regroupés dans la partie + 1, - 2 du premier plan et dans la partie +1, +3 du second.

- Evolution de la valeur pastorale

Avec l'intensification, on constate donc (tab. 61 et 62) que la valeur pastorale descend, pour les deux parcs, en dessous de la moyenne générale (61,6 p.cent) des formations sur sols granitiques, surtout par la diminution des "très bonnes" espèces, en particulier de Hdi. Il semble donc que cette espèce, qui produit d'importantes repousses en saison sèche, soit épuisée par leur exploitation au profit surtout de Lka qui n'en produit pas et de Hfi qui en produit moins (cf. tab. 36). Cette dernière, qui a un comportement d'annuelle pour sa reproduction, se plaît et concurrence les espèces plus exigeantes sur terrains relativement pauvres à faible rétention en eau (Piot, Rippstein, 1975b).

En conclusion, on peut dire que, par la suppression de la transhumance et par conséquent de l'exploitation des repousses après feux ou sans feu qui apparaissent en saison sèche, les espèces qui n'en produisent pas prennent une grande extension (Hfi, Lka).

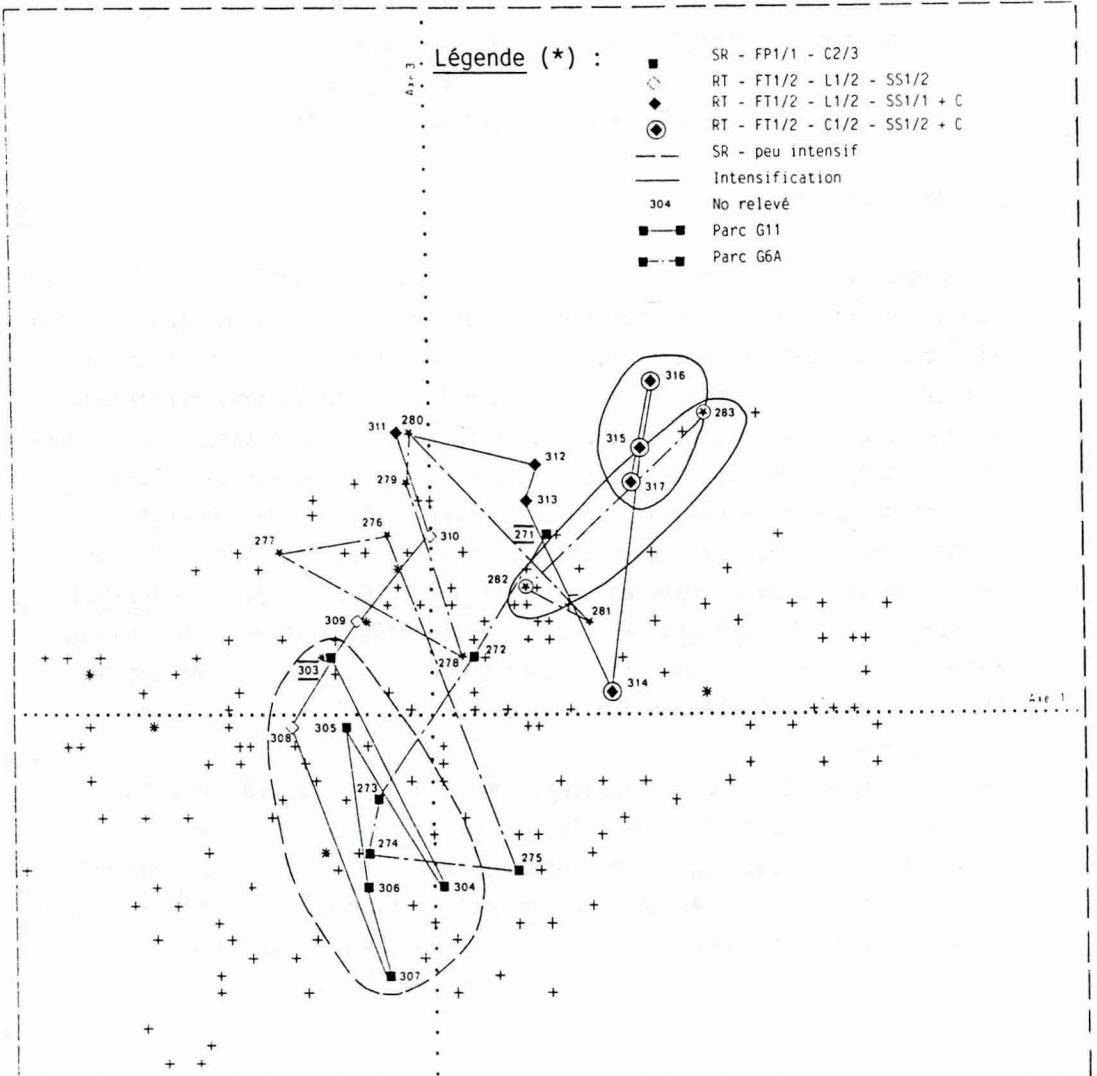
Fig. 34 a Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des parcelles sur sol granitique (Parcs C) dans les axes 1 et 2
Evolution de la strate herbacée avec intensification par pâture
(parcs G6A et G11)



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Fig. 34 b

Analyse en composantes principales de la matrice de similitude des
relevés sur sol granitique (Parcs G) dans les axes 1 et 3
Evolution de la strate herbacée avec intensification par pâture
(parcs G6A et G11)



(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4

4.6.3. Foins et regains en exploitation libre sur la prairie

Foins

La confection et la consommation, sur la prairie de fauche, des foins ou des regains, grâce à de bonnes conditions de séchage en fin de saison des pluies et à une complémentation azotée à base de tourteau, semble être une solution d'avenir pour l'alimentation des animaux en saison sèche dans des conditions semi-intensives (cf. § 3.7.6.2. et photo 11).

Mais comment réagit la végétation à ce type d'exploitation ?

- Evolution du tapis herbacé

Les résultats du tableau 63 d'une formation sur sol basaltique récent (F17) exploitée, dès 1975, alternativement (1 an sur 2) par fauche (pour du foin consommé en saison sèche) et par pâture (en saison des pluies et en saison sèche) montre tout d'abord que la végétation réagit très rapidement et très profondément à un changement de système d'exploitation. Le passage, en 1974, du système de pâture (2 ans sur 3) en saison des pluies au système fauche/pâture, et en particulier à l'exploitation de saison sèche, a profondément et brutalement bouleversé la contribution de nombreuses espèces, principalement de H. rufa (-16,6 p.cent), H. bracteata (-25,9), et H. filipendula (+ 21,3). Après 1976, la végétation a évolué moins brutalement, se modifiant tout de même selon que la végétation était pâturée ou fauchée, comme l'illustrent les figures 32 a et b vues précédemment.

Dans ces ordinations, on remarquera, comme pour les relevés 56 à 58 du parc F9 de l'exploitation intensive, que ceux de F17 se situent dans la même zone. L'analyse des autres points ayant la même situation montrent qu'ils sont tous caractérisés par une exploitation de saison sèche avec, en particulier, des contributions très élevées de Hfi (de 30 à 50 p.cent) et l'absence de Ure.

Tab. 63 Evolution de la végétation herbacée d'une formation (F17)
ayant subi une intensification (Foin)
 Contribution spécifique (p.cent)

Dates	1974	1976	1977	1980	1981	1982	<u>Evolution</u>	
No relevé	122	123	124	125	126	127	74-76	76-82
<u>Espèces</u>								
Aga	11,3	3,3	8,8	3,5	3,6	13,0	-	0
Bra	1,9	0,5	2,1	1,5	1,0	2,8	0	0
Hru	21,8	5,2	2,6	0	10,7	4,2	--	0
Hdi	3,1	14,3	13,9	9,5	4,6	10,3	+	0
Pap	12,9	7,5	28,4	24,6	21,5	11,1	-	-
Hbr	26,6	0,7	5,7	5,7	13,0	10,9	--	+
Set	2,7	3,2	6,7	7,1	7,3	12,5	0	+
Hfi	13,1	34,4	14,4	43,3	31,8	24,9	++	0
Gdi	0,7	2,0	0	0	0,3	0,2	0	0
Imp	3,9	2,2	1,0	0,9	3,9	1,0	-	0
Pdi	1,3	1,5	10,8	1,2	0,7	4,6	0	0
Divers	0,7	25,2	5,6	2,7	1,6	4,5		0
<hr/>								
Val. past. TB	32,2	19,2	23,2	12,2	16,5	26,2	-	+
(p.cent) BO	37,7	41,1	40,6	53,6	48,2	39,8	0	0
MO	0,6	3,4	0,8	0,1	0,9	1,1	+	0
ME	1,8	1,1	2,6	0,5	1,6	1,3	0	0
Totale	72,3	64,8	67,2	66,4	67,2	68,4	--	0
<hr/>								
Protocole(*): C2/3-FP1/3; C1/2+ss+compl et Foin 1/2 + complémentation azotée								

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

- Valeur pastorale

Avec l'intensification, de 1974 à 1976, la valeur pastorale est passée 72,3 à 64,8 et s'est maintenue depuis cette année en dessous de 70 p. cent, surtout par suite de la faible présence des "très bonnes" espèces qui ont été remplacées par des espèces "bonnes" ou "moyennes". Ainsi, avec le rythme bisannuel de pâture et de fauche, la végétation est réduite et stabilisée à une valeur pastorale moyenne et le fait de laisser consommer le foin sur place n'a pas provoqué une diminution visible de la production herbacée à court terme malgré la domination de Hfi, espèce moyennement productive (mais très bien appréciée grâce à des tiges dont la finesse favorise la consommation sous forme de foin). Il apparaît donc évident que les déjections favorisent la productivité de la végétation et compensent la diminution de la qualité des formations ainsi exploitées.

Remarquons d'autre part que ce système relativement intensif permet les productions secondaires par hectare les plus élevées (§ 3.7.6.1. et 3.7.6.2.) lorsqu'une complémentation protéique adéquate (par exemple 300 - 400 g de tourteau de coton par 100 Kg de poids vif) est distribuée avec le foin ou au cours de la pâture de saison sèche des refus sur pied après une exploitation de saison des pluies.

Foins de refus

Les parcs R16 et R17 (tab. 64) ont été exploités en saison des pluies avec une charge légère. En début de saison sèche, les refus ont été fauchés, mis en meule et consommés sur place.

Les contrôles de la végétation dans ces parcs permettent d'observer une évolution négative de leur valeur pastorale et également de leur productivité. Par ce système, on assiste, en effet, à une explosion de H. filipendula espèce à indice de valeur pastorale "bon" mais surtout à moyenne productivité alors que toutes les espèces plus productives et à "très bon" et "bon" indice régressent (Bra, Hru, Hdi, Pap).

Tab. 64 Comparaison de l'évolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale d'une formation sur sol basaltique ayant subi la fauche des refus exploités sur place en saison sèche (R16 et R17)

<u>Parc</u>		R16			R17			
<u>Périodes</u>	1974	1976	1982	<u>Evolution</u>	1973	1976	1982	<u>Evolution</u>
<u>No relevés</u>	682	683	687		701	702	705	
<u>Espèces</u>								
Aga	0	0,4	0,8	0	0,3	0	0,1	0
Bra	6,6	2,9	1,2	-	13,5	3,5	1,0	--
Hru	3,1	0,4	0	-	6,3	0,4	2,0	-
Hdi	14,3	1,5	10,3	-	6,0	0,8	3,9	-
Pap	12,3	11,5	10,1	-	19,9	23,0	10,9	-
Hbr	0	2,9	3,0	+	0	0,3	0	0
Sch	1,3	4,7	0	-	1,0	4,0	0,2	0
Set	32,7	10,6	16,4	--	24,5	12,0	14,8	--
Hfi	20,9	45,1	51,8	+++	19,7	38,0	59,1	+++
Gdi	4,5	3,5	1,3	-	1,9	2,7	0,2	0
Spy	2,4	11,9	1,8	0	4,7	2,5	2,1	-
Pdi	0,5	1,2	2,8	0	1,6	2,8	4,4	+
Divers	1,4	3,4	0,5	0	0,4	10,0	1,3	0
<u>Valeur pastorale</u>								
(p.cent) TB	20,0	4,6	10,0	--	22,6	4,1	5,7	--
B0	43,3	46,6	49,8	+	42,6	49,6	51,7	+
M0	3,5	9,4	1,9	0	3,4	6,7	1,8	0
ME	0,1	0,2	0,6	0	0,3	1,3	0,9	0
Totale	66,9	60,8	62,3	--	68,9	61,7	60,1	--
<u>Protocole</u>	C1/1-FP1/1	L1/1-SF	L1/1-SF		C1/1-SF	L1/1-SF	L1/1-SF	
(*)		REG1/1+c	REG1/1+c		GY	REG1/1+c	REG1/1+c	

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Remarquons d'autre part que ce système est très onéreux et peu profitable aux animaux car la récolte des refus entraîne des frais fixes aussi importants que la récolte du foin qui produit deux fois plus de matière sèche. Ces refus sont d'autre part de valeur fourragère très médiocre et sont souvent délaissés par les animaux car ils sont composés surtout de chaumes très ligneux de Pap et de Hdi refusés en cours de saison des pluies.

4.7. Influence du surpâturage

4.7.1. Généralités

Nous n'avons pas pu observer, sur la Station fourragère, l'effet à long terme d'une importante surcharge. Par contre, quelques observations ont pu être faites sur des faciès hors Station.

Dans ces zones, des mesures, dans des parcelles notoirement surpâturées et dégradées, ont pu être réalisées malgré certaines lacunes dans la connaissance de leur histoire, en particulier des taux exacts de chargement.

Sur la Station zootechnique de Wakwa, un pâturage constamment surchargé par de jeunes animaux auxquels un peu de foin était apporté en saison sèche a vu sa végétation se dégrader très rapidement et son sol se dénuder sur les pentes par l'effet du piétinement puis par l'effet des pluies sur le sol mis partiellement à nu.

On constate ainsi (tab. 65) un appauvrissement du nombre des espèces appréciées et la disparition des "très bonnes" et "bonnes" espèces pastorales (Hru, Hdi, Pap, Hbr) avec pour exception B. brizantha. L'augmentation de la contribution de cette excellente espèce fourragère pourrait amener à croire à une amélioration du tapis végétal. En fait sa contribution importante au couvert n'augmente pas la production totale du pâturage, au contraire. En effet, cette espèce reste prostrée, réagit à une surexploitation par son étalement sans améliorer la productivité du pâturage. Elle contribue seulement à la protection du sol et à la sauvegarde d'un bon potentiel. Seule une fumure azotée adéquate serait favorable pour l'augmentation de la productivité de cette formation car Bra réagit très favorablement à l'azote.

Mais en plus de l'augmentation de la contribution de Bra, on peut observer l'explosion de H. filipendula déjà constatée dans les exemples d'exploitation intensive et surtout d'exploitation de saison sèche, au chapitre précédent. Cette réaction de Hfi confirme son caractère d'espèce des formations dégradées ou plutôt en "voie de dégradation".

A mi-pente et en haut de pente, on observe encore, après surpâturage, l'importante contribution de Ctenium newtonii, espèce caractéristique des sols pauvres ou dégradés (cuirasses).

Tab. 65 Evolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale d'une formation déboisée sur sol basaltique, en surcharge constante, sans rotation et sans feu ou feu tardif sur sol basaltique (52 11B)
Contribution spécifique (p.cent)

<u>Situation</u>		<u>Haut de pente</u>			<u>Bas de pente</u>		
<u>Période</u>		1970	1976	1979	1970	1976	1979
<u>No relevés</u>		819	820	823	824	825	828
<u>Espèces</u>							
Aga		0,9	0	0	6,4	0	0
Bra		1,1	11,4	16,6	1,3	13,8	26,1
Hru		28,2	5,7	0	4,5	5,9	0
Hdi		8,2	2,5	1,2	6,2	5,0	6,3
Bec		2,3	0	0	0,3	0	0
Pap		38,1	16,0	11,8	38,3	16,7	13,3
Hbr		3,4	0,1	0	7,7	0	0
Sch		4,5	3,7	3,7	2,7	0,5	2,2
Set		0,1	3,6	5,6	0	4,2	4,4
Hfi		3,4	15,4	32,7	0,9	15,9	39,9
Pas		1,2	0	0	0	0	0
Ure		0	1,0	0	0	1,4	0
Mic		1,5	0,1	0,3	1,9	0,1	0
Asi		0	8,8	0	0	10,5	0
Ldi		1,3	3,2	0	0,2	2,2	0
Pho		1,3	0	0	0,1	0	0
Gdi		0,1	5,7	3,7	4,3	6,2	0
Spy		0,9	1,0	0,9	0	3,9	6,3
Cte		0	17,1	19,3	21,8	10,2	0,7
Pdi		2,6	4,7	4,4	3,4	3,4	0,7
Divers		3,7	0,1	0,1	0	0,1	0,1
<u>Sol nu (p.cent)</u>							
		-	8,5	2,3	-	0	0
<u>Surface de base totale (p.cent du sol)</u>							
		3,48	-	-	3,93	-	-
<u>Val. pastorale (p.cent)</u>							
TB	31,0	17,1	16,4	15,7	21,5	29,1	
BO	39,5	26,4	33,7	37,6	25,4	37,2	
MO	2,0	16,7	10,6	11,7	15,8	3,5	
ME	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,1	
Totale		73,2	61,1	61,6	65,7	63,4	69,9
<u>Protocole (*) :</u>							
		SR - SF - S 1/1 + SS			SR - FT1/1 - S 1/1 + SS		

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

Enfin, S. sphacelata se confirme être une espèce de pâturage dégradé, par sa résistance à la pâture et son étalement au niveau du sol, comme B. brizantha.

H. rufa et P. phragmitoides sont les espèces ayant le plus souffert du surpâturage et la diminution de la contribution est très importante (respectivement - 28,2 et - 26,3 p.cent).

En bas de pente, en zone plus riche, la végétation, il est vrai, un peu différente au départ, ne suit pas tout à fait la même évolution qu'en haut de pente: si on y observe également l'explosion de Bra et Hfi et la diminution importante de Pap, on voit que Ctenium sp., H. diplandra et les "graminées diverses" ne suivent pas les mêmes évolutions. Ctenium est peut-être éliminé par les feux précoces (allumés annuellement pour se débarrasser des refus importants en bas de pente et pour la production de repousses) ainsi que les "graminées diverses" qui, nous l'avons déjà vu, augmentent avec l'absence de feu et disparaissent avec ces feux fréquents. H. diplandra, qui se plaît dans les zones basses, ne disparaît pas car elle est surpâturée en haut de pente en début de saison des pluies et délaissée en bas de pente; par la suite, elle ne peut plus être consommée, en bas de pente, ni en fin de saison des pluies, ni en saison sèche car ses tiges sont très lignifiées et non appréciées à un stade avancé de développement.

4.7.2. Evolution de la valeur pastorale

Si l'on constate une importante diminution de la valeur pastorale en haut de pente (de 73,2 à 61,6 p.cent), on note curieusement une augmentation de celle-ci en bas de pente malgré une évidente dégradation de la productivité. Dans les deux cas, la valeur pastorale calculée ne reflète pas la détérioration du pâturage par suite de l'augmentation de la contribution de B. brizantha qui, nous l'avons vu, possède un très bon indice pastoral.

En fait, la détermination de l'indice de valeur pastorale est basée sur un potentiel et non sur une valeur à un moment donné. Même si B. brizantha

est un indice de dégradation ou plutôt d'évolution régressive, sa présence indique que, dans des conditions de charge et de rythme de pâture normaux, le pâturage aurait une bonne valeur. D'autre part, la valeur pastorale ne peut s'appliquer que sur une végétation à tapis herbacé fermé. En effet, si à l'analyse, et en particulier par la méthode des points quadrats, on note des points dénudés, ceux-ci, qui montrent une "ouverture" du couvert donc une certaine dégradation ou une moindre production, ne sont pas pris en compte, vu la définition de la contribution spécifique des espèces.

La valeur pastorale permet donc de comparer des potentiels de formations semblables, c'est-à-dire des formations fermées, situées dans une même zone écologique.

D'autres exemples de dégradations ont été observées hors de la station de Wakwa et en particulier dans la zone de Wassandé-Goungel (zone du ranch de la "Cie Pastorale"), le long de la route de Meiganga, Tourningal et Djilougou (relevés No 4, 8 et 9 du tableau 10), ainsi que dans la zone de la mise en défens de Djilougou.

A Goungel, nous avons relevé, dans les parcs pâturés, les espèces portées dans le tableau 66.

Ces formations de la Cie Pastorale, gérées depuis plus de 50 années dans le cadre d'un ranch, montrent une certaine pauvreté par l'importante des espèces telles que Hfi et Ure (en sous charge) ainsi que par Sporobolus africanus (en charge correcte ou surcharge temporaire) qui, dans les conditions d'altitude et édaphiques de Goungel a remplacé Brachiaria brizantha des autres exemples de formations surpâturées et dégradées. Ces formations à Sporobolus montrent ainsi des potentiels pastoraux nettement inférieurs; nous verrons, dans le chapitre suivant, quelles en sont les possibilités d'amélioration.

Dans les relevés réalisés en bordure des routes de Meiganga, Tourningal et Bélel, dans des zones surpâturées et très envahies par les ligneux et en particulier par Harungana madagascariensis, on relève une importante contribution de B. brizantha (entre 2 et 4 selon la cote de Braun-Blanquet) ainsi que de nombreuses cypéracées (Kyllinga) ou de fougères, à l'ombre des arbres.

Tab. 66

Pâturages dégradés du ranch de la Cie Pastorale exploités
toute l'année en vaine pâture et sans feu en sous-charge
et charge correcte (parcs F6 et F10)

Contribution spécifique (p.cent) et valeur pastorale (p.cent)

<u>Traitement</u>		<u>Pâture, sous-charge</u> <u>toute l'année</u>	<u>Pâture, charge correcte</u> <u>toute l'année</u>
<u>No relevés</u>		829	831
<u>Espèces</u>			
Bra		3,5	1,2
Hru		<u>0,2</u>	0
Hdi		4,4	0
Bec		0,1	0
Pap		<u>0</u>	0,2
Sch		4,5	4,6
Set		4,5	<u>17,6</u>
Hfi		<u>18,0</u>	<u>28,2</u>
Pas		4,5	5,4
Ure		<u>35,6</u>	<u>8,3</u>
Ldi		3,5	5,3
Gdi		<u>7,6</u>	0,6
Spa (*)		<u>7,9</u>	<u>15,7</u>
Pdi		5,6	9,2
Divers		0,1	3,7
<u>Valeur pastorale</u> <u>(p.cent)</u>	TB	6,9	1,1
	B0	30,8	40,2
	M0	3,7	10,8
	ME	2,4	1,8
Totale		43,8	53,8

(*) Spa: Sporobolus africanus

Autour de la mise en défens de Djilougou, dans une zone très dégradée, les relevés par la méthode des points quadrats (tab. 67) montrent la disparition de B. brizantha et la domination des graminées peu appréciées ou peu productives (Sporobolus patulus, Ctenium newtonii) et une proportion de près de 50 p.cent de sol dénudé.

B. brizantha montre donc qu'elle est le dernier stade de résistance avant une dégradation très profonde.

Tab. 67

Composition du tapis herbacé hors
de la mise en défens de Djilougou
Contribution spécifique (p.cent)

	Graminées appréciées	Graminées peu appréciées	Plantes diverses	Sol nu
P.cent	2,8	43,8	3,8	49,5

4.8. Influence de l'espèce animale : les ovins

Toutes les observations faites jusqu'ici l'étaient sur des formations exploitées par des bovins. L'entretien d'un petit troupeau de moutons sur une formation naturelle a permis d'observer les modifications du tapis herbacé exploité par cette autre espèce animale (tab. 68).

Le parc M1 a été labouré superficiellement en 1978 et semé avec Stylosanthes guianensis.

Le parc M3 a été fauché 1 an sur 3 après mise en repos une partie de la saison des pluies.

Une rotation assez lâche était généralement appliquée sur 3 parcs en saison des pluies. En saison sèche, les animaux exploitaient les 3 parcs sans rotation et recevaient une complémentation azotée (tourteau de coton) et du foin de Stylosanthes guianensis.

Le chargement était de 400 Kg de poids vif/ha toute l'année.

On peut observer l'évolution suivante de la végétation :

- le Stylosanthes a complètement disparu de M1 en l'espace de 2 années. Les moutons l'ont beaucoup apprécié et l'exploitaient très bas, ce qui ne convient pas à cette légumineuse.
- la végétation naturelle de départ a été complètement modifiée, aussi bien en M1 qu'en M3 pour n'être constituée que de Pennisetum hordeoides (4) et de "plantes diverses" non apprêtées et nitrophiles (*):

Synedrella nodiflora	+
Spermacoce cf ruelliae	1
Killinga odorata	1
Commelina africana	+
Crassocephalum gracile	+
Biophytum umbraculatum	2
Striga forbesii	+
Commelina latericola	+
Sida rhombifolia	+

(*) D'après les cotes d'abondance-dominance de Braun-Blanquet, 1964

Cassia mimosoides	+
Nephrolepis undulata	+
Mitracarpus villosus	+

- de nombreuses espèces (Hdi, Pap, Sch, Hfi, Pas, Ldi, Spy) ont disparu ou sont devenues rares.

La surcharge, mais aussi et surtout le mode de prélèvement de l'herbe par cette espèce animale, commandé par la taille et la conformation de leur mâchoire, semblent être les causes de ces changements radicaux de la végétation et de cette dégradation: les "bonnes" espèces sont constamment surpâturées et disparaissent d'autant plus vite que les moutons peuvent atteindre les repousses dès qu'elles apparaissent. Pennisetum hordeoides, qui subsiste, est réputée résistante à une exploitation fréquente mais surtout est peu appréciée et réagit très favorablement à la fumure azotée qui semble avoir été assez importante grâce aux déjections des moutons reconnues comme très riches.

Valeur pastorale

La disparition de nombreuses espèces à "très bon" et "bon" indice pastoral et la domination de P. hordeoides et des "plantes diverses" non appréciées ont provoqué une diminution importante de la valeur pastorale : de 65,4 à 37,3 p.cent en M1 et de 64,5 à 44,9 p.cent en M3. La productivité du pâturage avait d'autre part atteint un niveau faible (environ 2 t. MS/ha), ce qui montre également l'ampleur de la dégradation. Il semble que les moutons ne puissent être confinés longtemps, même avec une charge moyenne, sur des parcelles clôturées trop exigües.

Tab. 68 Evolution du tapis herbacé et de sa valeur pastorale
d'une formation sur sol basaltique exploitée intensi-
vement par des moutons

Contribution spécifique (p.cent)

<u>Parc</u>		M1		M3	
<u>Date</u>		1976	1982	1976	1982
<u>No relevé</u>		729	730	731	734
<u>Espèces</u>					
Bra		0,8	0,5	0,2	2,0
Hru		1,5	1,8	2,3	1,7
Hdi		5,8	0	8,3	0
Pap		31,0	0	26,6	2,0
Sch		0,5	0	1,7	7,7
Set		12,4	1,3	4,8	6,0
Hfi		43,9	0	47,6	0
Pas		1,0	0,3	0,2	0
Ldi		0,5	0,3	1,5	0
Pho		0	50,1	4,2	46,7
Spy		2,0	0	2,7	0
Pdi		0	45,7	0	34,0
<hr/>					
<u>Val. pastorale</u>	TB	6,5	1,9	8,6	3,4
(p.cent)	BO	57,6	1,0	51,6	11,8
	MO	1,0	25,3	4,3	23,7
	ME	0	9,1	0	6,0
Totale		65,4	37,3	64,5	44,9
<hr/>					
<u>Protocole</u>	(*) :	SR - SF - S1/2 + ss + c		SR - SF - S1/1 + ss + c	
		Stylo en 1978		Fauche 1/3	

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

4.9. Résumés des évolutions du tapis herbacé et discussion

4.9.1. Généralités

Nous avons résumé, dans les tableaux suivants, l'évolution des espèces dominantes, de la surface de base et de la valeur pastorale du tapis herbacé des formations sur sols basaltiques (tab. 69) et granitiques (tab. 70), en fonction des différents facteurs anthropiques agissant sur la végétation et analysés dans ce chapitre IV.

Dans les figures 35 et 36 , nous avons proposé des schémas de l'évolution possible à moyen et à long terme, avec l'intensification progressive de ces deux formations, en partant de leur type physionomique primitif supposé.

4.9.2. Evolution par espèce

Les tableaux 69 et 70 permettent de constater que les espèces dominantes les plus sensibles aux différents facteurs anthropiques d'évolution sont, dans les formations sur sols basaltiques, dans l'ordre décroissant : surtout Hfi, puis Pap, Hru et Set, puis Hdi, Bra, Gdi et Aga. Les autres espèces subissent peu ces traumatismes.

Sur sols granitiques, les espèces diffèrent peu, mais l'ordre est modifié : Hdi, Gdi et Pap sont les espèces les plus sensibles aux changements de traitements, suivies de Ure, Asi et Hfi, puis Bec, Mic, Cte, Imp, Set, Lka et Bra; peu de modifications pour les autres espèces.

4.9.3. Effets des facteurs d'évolution

Les facteurs faisant subir les plus grands changements dans la contribution spécifique des espèces sont, en premier lieu, pour celles des formations sur sols basaltiques, les exploitations intensives (surcharges permanentes et périodiques, fumure N et coupes fréquentes), puis dans une moindre mesure, les feux précoces annuels (avec ou sans repos de saison des pluies), les

RESUME DE L'INTENSITE DE L'EVOLUTION DES PRINCIPALES ESPECES DE QUELQUES FORMATIONS
DE L'ADAMAQUA : FORMATIONS NATURELLES SUR SOLS BASALTIQUES ANCIENS (R) ET RECENTS (F)

PRINCIPALES ESPECES																						
(Abréviations)	(Aga)	(Bra)	(Hru)	(Hdi)	(Pap)	(Hbr)	(Sch)	(Set)	(Hfi)	(Pas)	(Ure)	(Asi)	(Gdi)	(Spy)	(Lka)	(Cte)	(Imp)	(Pdi)	(Aut)	(1)		
Andropogon gayanus																						
Brachiaria brizantha																						
Hyparrhenia rufa																						
Hyparrhenia diplandra																						
Panicum phragmitoides																						
Hyparrhenia bracteata																						
Schizachyrium platyphyllum																						
Setaria sphacelata																						
Hyparrhenia filipendula																						
Paspalum scrobiculatum																						
Syn.: P. orbiculare																						
Urelytrum giganteum																						
Syn.: U. thyrsoïdes																						
Andropogon schirensis																						
Graminées diverses																						
Sporobolus pyramidalis																						
Loudetia kagerensis																						
Ctenium newtonii																						
Imperata cylindrica																						
Plantes diverses																						
Autres diverses																						
INDICES DE VALEURS PAS-TORALES (V.P.I.) (V.P.I. max. = 4)	3,7	3,7	3,2	3,2	3,0	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	1,7	1,7	1,5	0,8				
	TRES BON				BON				MOYEN				MEDIocre									
FACTEURS D'EVOLUTION	Evolution des espèces (2)																				Evolution (3)	Evolution (4)
- Augmentation du couvert ligneux	Pas d'observation pour les parcs R et F (tnus +/- déboisés)																					
- Feux :																						
. Feu précoce (chaque année)	.	+	+	--	--	.	.	++	++	0	0	.	0	+	-	+	-	
. Feu tardif (chaque année)	.	0	0	0	++	-	-	--	-	0	0	.	--	0	0	+	+	
. Feu différé (1 an sur 3)	0	+	0	-	0	0	.	+	+	.	.	.	-	0	.	.	.	+	-	++	++	
. Sans feu	.	0	+	-	--	.	.	+	++	0	.	.	+	0	-	+	-	
- Repos périodiques :																						
. Repos 1 an sur 3 + feu précoce	+	+	--	0	0	++	.	0	0	.	.	.	0	0	-	0	0	
. Repos 3 ans sur 4 + feu précoce	++	0	--	--	0	++	.	0	++	.	.	.	--	0	--	0	+	
. Repos 3 ans sur 4 + feu différé	++	0	--	-	-	+	.	0	++	.	.	.	0	0	0	0	0	
. Repos 3 ans sur 4 + feu tardif	++	+	-	0	--	+	.	0	++	.	.	.	-	+	-	0	+	
- Système d'exploitation après rotation lente	0	-	-	+	0	0	.	++	+	.	.	.	0	0	.	.	.	-	-	++	0	
. Rotation rapide (après vaine pâture)																						
. Rotation lente (après vaine pâture)	Peu ou pas de modifications																					
																					0	0

Tab. 69 (suite)

- <u>Chargements</u> :																	-	-
. Charge "correcte"	0	0	-	+	--	++	.	-	++	.	.	.	0	.	.	.	0	+
. Sous-charge	0/+	0/+	-/0	0	-	+	0	0/+	0	.	.	.	0	.	.	.	0	0/-
. Surcharge périodique	--	++	0	--	+	-	-	++	++	.	--	.	-	-	-	.	0	0
. Surcharge permanente	0	+++	---	--	---	0	0	++	+++	.	.	.	+	.	.	+++	+	-
- <u>Intensification</u> :																	.	0
. Production maximum/ha	0	0	0	+	0	+	-	++	--	.	.	.	0	.	.	.	0	0
. Pâturage 2 ans sur 3																		
. Suppression de transhumance + foin 1/3	-	-	-	-	-	-	0	-	++	.	.	.	0	-	.	+	0	0
. Foin 1 an sur 2	0	0	0	0	-	+	+	+	0	.	.	.	0	.	0	.	0	0
. Regains chaque année	0	--	-	-	-	0	0	--	+++	.	.	.	0	-	0	.	+	0
. Fumure N et 7 coupes/an	0	0	+++	--	---	0	0	0	---	+	.	.	+	0	.	.	++	.
																	+++	0

(1) "Autres espèces" à faible contribution spécifique : *Beckeropsis unisetata*, *Microchloa indica*, etc,

qui ont été regroupées.

(2) +++ : Forte augmentation (plus de 20 p.cent de contribution spécifique)

++ : Moyenne augmentation (entre 5 et 20 p.cent)

+ : | Faible augmentation (moins de 5 p.cent et plus de 1 p.cent) |

0 : Très peu ou pas de modification (entre plus ou moins 1 p.cent)

--- : | Forte diminution (plus de 20 p.cent) |

-- : Moyenne diminution (entre 5 et 20 p.cent) |

- : Faible diminution (moins de 2 p.cent et plus de 1 p.cent) |

. : | Absence ou très faible contribution de l'espèce |

(3) +++ : Forte augmentation

et ++ : Moyenne augmentation

(4) + : Faible augmentation |

0 : Sans modification |

--- : | Forte diminution |

-- : Moyenne diminution |

- : Faible diminution |

. : | Très faible modification |

- 244 -

Tab. 70

RESUME DE L'INTENSITE DE L'EVOLUTION DES PRINCIPALES
ESPECES DE QUELQUES FORMATIONS DE L'ADAMAOUA :
FORMATION SUR SOL GRANITIQUE (G)

PRINCIPALES ESPECES																			
(Abréviations)	(Aga)	(Bra)	(Hru)	(Hdi)	(Pap)	(Hbr)	(Sch)	(Set)	(Hfi)	(Pas)	(Ure)	(Asi)	(Gdi)	(Spy)	(Lka)	(Pdi)	(Aut) (1)		
Andropogon gayanus Brachiaria brizantha Hyparrhenia rufa Hyparrhenia diplandra Panicum phragmitoides Hyparrhenia bracteata Schizachyrium platyphyllum Setaria sphacelata Hyparrhenia filipendula Paspalum scrobiculatum Syn: P. orbiculare Urelytrum giganteum Syn: U. thyrsoïdes Andropogon schirensis Graminées diverses Sporobolus pyramidalis Loudetia kagerensis Plantes diverses Autres espèces																			
Indices de valeur pastorale des espèces (V.P.I.) (V.P.I. max. = 4)	3,7	3,7	3,2	3,2	3,0	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	1,7	0,8	-	Surfaces de Base (S.B.)	Valeur pastorale (V.P.)
FACTEURS D'EVOLUTION	Evolution des espèces (2)																Evolution (2)	Evolution (2)	
- Augmentation du couvert ligneux	+	3	0	+	--	0	-	+	--	0	+	+	-	++	.	++	+	+	-
- Systèmes d'exploitation :																			
. Avec rotation rapide (après val- ne pâture).	-	-	0	++	0	0	.	0	-	.	+	0	--	.	-	0	+	++	+
- Changements :																			
. Surcharges pé- riodiques	.	0	0	--	0	0	.	0	.	.	++	0	-	.	0	0	0	0	-
. Charge légère périodique	.	0	-	--	--	0	.	0	0	.	++	0	-	.	+	0	+	0	-
- Feux :																			
. Feu précoce (Chaque année)	.	+	0	+	+++	0	0	+	0	.	-	--	0	.	--	-	-	++	++
. Feu tardif (Chaque année)	.	+	-	0	++	0	0	-	--	.	-	-	++	.	0	0	0	0	+
. Feu différé (1 an sur 3)	.	+	.	+	0	0	.	+	+	.	-	-	+	.	0	0	0	+	0
. Sans feu	.	0	.	--	+	0	.	-	-	.	0	--	+++	.	0	+	+	+	-
- Repas :																			
Repos 3 ans sur 4 feu précoce	0	0	0	+	-	+	.	0	++	.	0	--	--	.	0	0	++	0	+
Repos 1 an sur 3 + feu tardif	0	0	0	-	-	+	.	+	0	.	0	.	0	0	0	+	+	+	0
- Intensification																			
Production maxi- mum/ha Pâturage 1 an sur 2. Charge optimale en SP et SS + complé- mentation en SS	.	-	.	-	+	-	.	--	++	.	+	-	-	.	++	0	0	+++	--

(1) Autres espèces à faible contribution ayant été regroupées : Beckeropsis, Microchloa, Ctenium, Imperata.

(2) Pour les échelles des valeurs, se reporter au tableau précédent.

(3) Hors ombrage.

repos périodiques et les coupes des regains de fin de saison des pluies après pâture.

Les autres traitements font subir peu de modifications dans la fréquence relative des espèces herbacées.

Cependant, si l'envahissement par les ligneux n'a pas une grande influence en dehors de l'ombre portée, sous l'effet de cette dernière, une grande partie des graminées appétées disparaissent au profit d'espèces aimant l'ombre et l'humidité et généralement peu ou pas appréciées par les animaux.

Sur sols granitiques, par contre, l'augmentation du couvert ligneux favorise, en dehors de l'ombrage, l'augmentation sensible de la fréquence de L. kagerensis et "des espèces diverses", au détriment de Hdi et Set. Ramsey et Rose Innes (1963) pensent, avec d'autres, que les grandes graminées sont mieux adaptées pour résister aux modifications de l'habitat (envahissement par les ligneux en l'absence de feux violents), incluant les effets de l'accroissement de la compétition avec les espèces ligneuses, que les graminées petites ou moyennes. Les grandes graminées agiraient fréquemment, dans les régions perturbées uniquement par le feu, comme une matrice nourricière protégeant la végétation forestière en développement.

Toujours dans les formations sur sols granitiques, les traitements autres que le feu ont une influence modérée sur les modifications des fréquences relatives des espèces. Cependant, on peut constater qu'avec les feux précoces annuels, Pap prend beaucoup d'importance alors que sans feu, ce sont les graminées diverses (Gdi) qui deviennent très fréquentes (ceci étant dû, nous l'avons vu, à l'influence de l'ombrage et contredit un peu les affirmations des auteurs cités plus haut).

L'intensification, comme pour les formations sur sols basaltiques provoque ici l'augmentation sensible de Hfi et de Lka, mais sans que ces espèces deviennent envahissantes comme peuvent le devenir Bra et Hfi sur sols basaltiques.

Les formations sur sols granitiques semblent donc moins réagir aux différents traumatismes provoqués par l'homme ou les animaux, mais il faut sou-

ligner que ces formations sont naturellement moins chargées que les autres du fait de leur relief plus chahuté (donc moins accessible) et de leur réputation de pauvreté, d'où le peu d'intérêt montré à leur égard par les agriculteurs et les éleveurs.

4.9.4. Résumé de l'évolution des surfaces de base

Comprise entre 5 et 14 p.cent (moyenne 8 p.cent) de la surface du sol, la surface de base du patis herbacé (ou surface terrière), mesurée par la méthode des lignes d'interception, évolue de manière importante avec certains traitements. Elle a plus que doublé lors de coupes fréquentes avec des temps de repos de plus de 20 jours (Piot, Rippstein, 1975b). Elle a augmenté de 40 à 70 p.cent avec une exploitation par pâture en rotation rapide (temps de repos de 20 à 30 jours). Avec fauche fréquente, la S.B. ne peut cependant pas se maintenir à plus de 10 p.cent sans une fumure importante.

La réaction des espèces herbacées pérennes, particulièrement à la fauche fréquente, a été également observée par Brockington (1960) en Zambie. Il a mesuré un doublement de la S.B. dans une formation dominée par Hyparrhenia spp et Heteropogon contortus.

Les augmentations de la S.B. que nous avons pu observer avec les feux, aussi bien sur sols basaltiques que sur sols granitiques, sont dues au fait qu'avant 1956, les formations exploitées en pâture continue, aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche, avaient subi un début de dégradation marquée par une S.B. inférieure à 5 p.cent. Au-delà d'une certaine surcharge, de l'absence de repos et surtout de l'exploitation par pâture en saison sèche, la S.B. diminue beaucoup par suite du tassement du sol par piétinement, de l'arrachage des souches aussi bien par les pieds que par les dents des animaux et de l'épuisement des espèces et, par la suite, de leur disparition. Le sol se dénude et devient alors sensible à l'érosion, surtout sur les pentes.

Cependant, au nord-ouest du Nigéria, dans des savanes arborées assez semblables à celles de l'Adamaoua (bien que moins arrosées et à une altitude moins élevée, mais ayant de nombreuses espèces identiques), Afolayan (1979)

a montré que si les feux précoces ou l'absence de feu, avec ou sans pâture, n'avaient pas d'influence sur la S.B. des espèces (principalement pérennes), par contre, les feux tardifs de saison sèche avaient provoqué une importante augmentation de la S.B. de ces espèces. Il explique ce comportement par l'élimination, par les feux violents de fin de SS, de la litière et des vieilles souches qui gênaient le développement des espèces pérennes. Ceci n'a pas été observé au Ghana par Ramsey et Rose Innes (1963), au contraire; la S.B. est moins importante avec feux tardifs.

4.9.5. Résumé de l'évolution de la valeur pastorale

La valeur pastorale des formations (ou leur potentiel pastoral) dont la moyenne est de 70 p.cent sur ces sols basaltiques et de 61 p.cent sur sols granitiques a augmenté modérément avec les feux différés pour les formations sur sols basaltiques et d'un même ordre de grandeur avec les feux précoces pour celles sur sols granitiques. Par contre, elle a diminué avec les surcharges permanentes, la suppression de la transhumance et les fauches annuelles des regains de fin de saison des pluies après pâture.

Curieusement, elle a aussi diminué pour les formations sur sols granitiques chargées légèrement avec rotation, ceci à cause de la diminution sensible de deux espèces (Hdi et Pap) ayant respectivement un "très bon" et "bon" indice de valeur pastorale et qui ne semblent pas résister à l'envahissement d'une espèce (Ure) de moindre valeur car peu appréciée à un stade avancé.

4.9.6. Evolution de la production ou de la biomasse du tapis herbacé

Lors de nos travaux sur le terrain, nous n'avons pas mesuré systématiquement la production et la biomasse des parcelles observées car ces mesures demandent beaucoup de temps, des moyens matériels (étuve) et un personnel que nous n'avons pas. Cependant, des quelques mesures et observations qui ont pu être faites, nous avons pu montrer (§ 3.8.6.2.) que la biomasse épigée du tapis herbacé de fin de saison des pluies diminuait avec l'embuissonnement, avec la surcharge périodique et surtout permanente, la fauche de saison sèche des foin et des regains (qui font disparaître les espèces les plus productives (Aga, Hru, Hdi, Pap) au profit d'espèces pérennes ou annuelles moins productives (Bra, Set, Hbr et surtout Hfi et Cte), comme l'ont aussi montré Kelly & Walker (1976) et Mc Naughton (1979), cités par Walker (1981).

Les feux différés (feux mis après 50 mm de pluies, en début de SP) et les feux de contre-saison (de pleine SP), lorsqu'ils sont possibles, diminuent aussi la production du tapis herbacé car la reprise de sa croissance est différée ou arrêtée.

Par contre, l'exploitation du pâturage (par opposition au repos de longue durée ou à la non exploitation) ainsi que l'exploitation en rotation (par opposition à l'exploitation en pâture continue) font augmenter la productivité et particulièrement la biomasse dans le premier cas (Bell, 1982, cité par Walker, 1981).

Il nous a semblé, en général, que les feux de saison sèche n'ont pas eux-mêmes, à long terme, une grande influence sur la biomasse épigée du tapis herbacé mesurée en fin de saison des pluies. Cependant, par le dépôt de cendres à certains endroits et par la destruction de la litière et des souches non brûlées qui gênent les nouvelles repousses, les feux de SS peuvent permettre, localement, une plus grande production. Il est cependant certain qu'il y a une perte d'azote due au feu (Trabaud, 1980 et de nombreux auteurs cités par celui-ci), car la végétation vivante et morte consommée est évacuée sous forme de fumée lors des brûlages.

D'autre part, il arrive quelquefois, après un feu tardif, que les pluies précoces permettent la poursuite de la croissance des graminées vivaces, croissance déclenchée grâce au feu et augmentant ainsi la durée de la végétation (et par conséquent de la production). Ceci n'est pas possible avec les feux précoces puisque la pluie n'est jamais au rendez-vous pour permettre la poursuite de la croissance de l'herbe. Cette complémentarité des effets des feux tardifs et des pluies précoces a souvent été observée, en particulier par Walker (1981).

D'autre part, d'après les auteurs Rains (1963), Ramsey et Rose Innes (1963), West (1965) et Herlocker (1971), cités par Afolayan (1978), les zones ayant subi des feux tardifs (comparées aux zones ayant subi des feux précoces) ont une production plus importante par le fait que toutes les réserves aériennes ont pu migrer dans les parties pérennes souterraines alors que ce n'est pas le cas avec les feux précoces. Enfin, nous avons pu observer, en Adamaoua, que les feux tardifs, les plus efficaces contre les

ligneux, permettent aux graminées de moins subir leur concurrence du fait de la réduction de leur nombre et de leur taille. Ceci a aussi été démontré au Nord Nigéria par Afolayan (1978) dans des savanes arbustives assez semblables à celles de l'Adamaoua et par Klötzli et al (1981) en Tanzanie.

Cependant, d'après Egunjobi (1973), dans une savane arbustive dominée à 80 p.cent par A.gyanus, l'époque de mise à feu en saison sèche n'a pas d'influence sur la biomasse épigée. Il confirme par contre la faible production des zones non brûlées (cf. aussi Ramsey et Rose Innes, 1963). L'effet non significatif entre feux précoces et feux tardifs est peut-être dû au fait que les premiers ont eu lieu fin décembre, époque où la végétation herbacée est déjà sèche, comme nous avons pu l'observer en Adamaoua (où la SS est moins précoce qu'à Fasola au Nigéria, lieu choisi pour ces études).

Un feu est précoce lorsque l'herbe n'a pas encore complètement séché et le sol n'a pas atteint le point de flétrissement.

4.9.7. Evolution générale des principales formations (avec l'intensification)

Nous avons représenté, dans les deux figures suivantes (fig. 35 et 36), l'évolution générale de la végétation des principales formations étudiées ici et les conséquences d'une intensification toujours plus accentuée. Nous y avons souligné, au centre, les principales possibilités d'intensification et les espèces dominantes qui évoluent; ceci est particulièrement développé pour les formations sur sols basaltiques puisque ces sols, par leur relief, se prêtent mieux à l'élevage intensifié et aux cultures fourragères.

Si nous pensons que dans les premiers stades de l'intensification l'évolution est généralement réversible et que la végétation montre donc une certaine "élasticité", par contre, avec le surpâturage, la végétation atteint un stade de non retour qui serait la forêt claire et peut-être la formation forestière primitive.

Fig. 35

SCHEMA GENERAL DE L'EVOLUTION DE LA
VEGETATION SUR SOLS BASALTIQUES

(avec l'intensification)

Formations primaires ou secondaires :
forêt semi-décidue

Feux + Pâture
+ Défrichements

Repos
sans feux

Savane arbustive dominée, dans la strate
herbacée par A. gayanus (Aga), P. phragmitoides (Pap), S. sphacelata (Set), H. filipendula (Hfi) et H. diplandra (Hdi)

Intensification
(et suppression des feux)

Repos +
feux périodiques

Charge en
saison des pluies (S P)

Charge en
S P et S S

Dessouchage et
fauche en saison sèche
(S S) (Foins)

Aga	--
Hbr	--
Hfi	++
Autres	0
V.P.	-

Hfi	++
Autres	-
V.P.	-

Hru	--
Hbr	--
Hfi	++(+)
Autres	0
V.P.	-

Surpâturage
(surcharge en S S)

Labour +
réensemencement

Bra	++	V.P.	--
Hfi	++		
Autres	--	S.B.	--

A long terme

Dessouchage +
Labour +
Réensemencement

CULTURES
FOURRAGERES

EMBROUSSAILLEMENT
Pente : sol dénudé
érosion

FORET CLAIRE

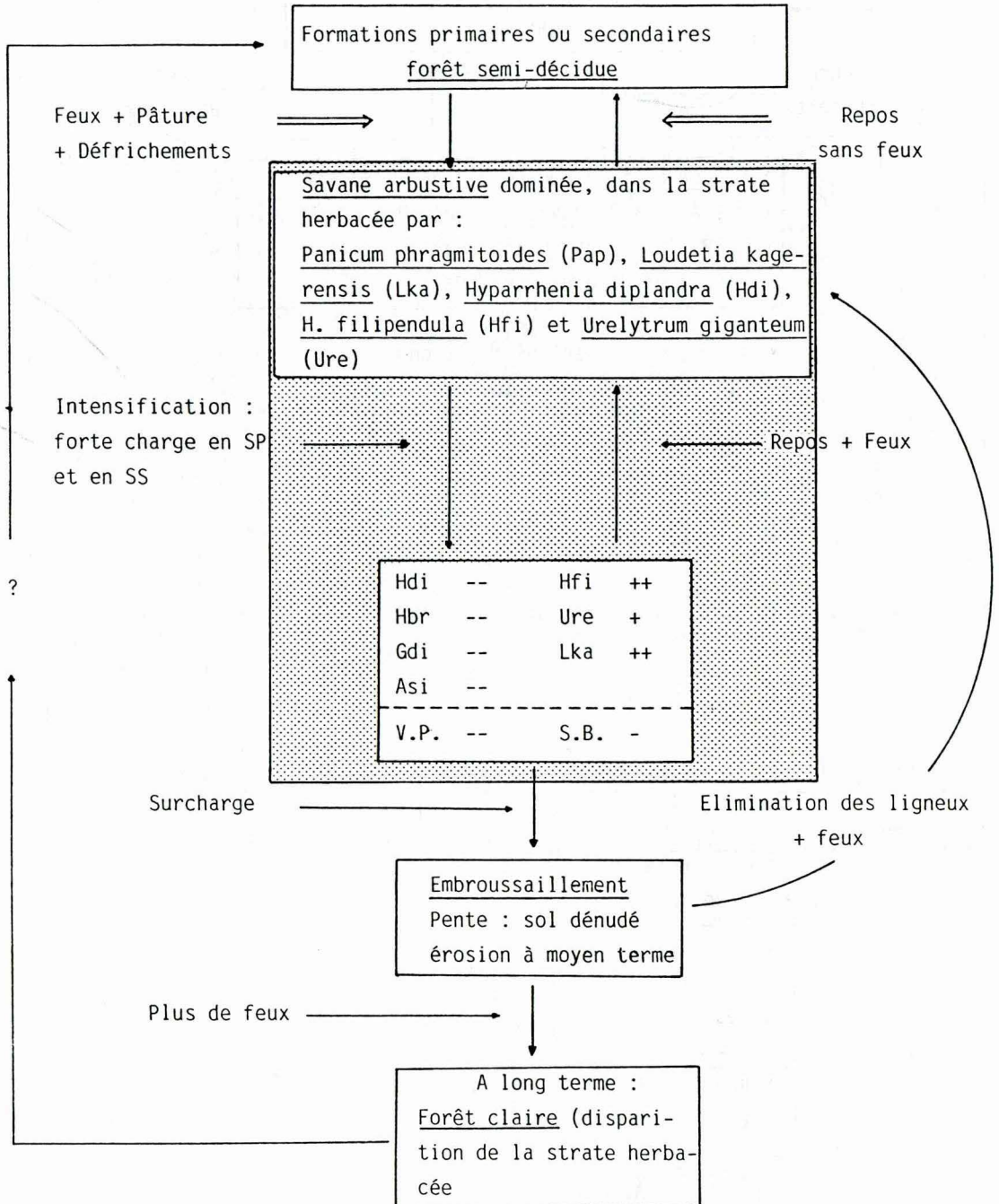
Légendes : V.P.: Valeur pastorale
S.B.: Surface de base
Hbr : Hyparrhenia bracteata

Bra : Brachiaria brizantha
"Autres" : autres espèces

▨ : savane arbustive en "équilibre"


Fig. 36

SCHEMA GENERAL DE L'EVOLUTION DE LA
VEGETATION SUR SOLS GRANITiques
(avec l'intensification)



Légende :

SP : saison des pluies
SS : saison sèche
V.P. : valeur pastorale de la formation
S.B. : surface de base du tapis herbacé

 : savane arbustive "en équilibre"

V. CONSERVATION, REGENERATIONS ET AMELIORATIONS DES FORMATIONS NATURELLES

Nous avons passé en revue, dans le chapitre précédent, les évolutions de la végétation naturelle dues aux facteurs zooanthropiques et en particulier à ceux liés à l'élevage.

Nous avons pu montrer que les dégradations les plus importantes et les plus rapides du tapis herbacé et surtout la diminution de sa productivité étaient dues, en tout premier lieu, à l'envahissement des pâturages par les ligneux, suite à l'absence ou à la faiblesse des feux de saison sèche lié à des chargements souvent très importants. Une détérioration aussi grave mais souvent plus lente est provoquée par le seul surpâturage, combinaison d'une surcharge et d'un pâturage continu, détérioration d'autant plus conséquente que la pente est forte (par suite du déclenchement de l'érosion en nappe dès que le sol est dénudé et que le piétinement et l'action mécanique des pluies entrent en action).

L'évolution régressive du tapis herbacé due à d'autres facteurs tels que les feux, l'absence de repos ou l'intensification est peut-être moins spectaculaire, mais ne doit pas être sous-estimée à long terme.

Selon ces différentes causes de dégradation, nous avons étudié, à Wakwa et sur quelques placeaux extérieurs à la Station, les moyens qui peuvent être envisagés pour conserver, régénérer ou améliorer les pâturages de l'Adamaoua.

5.1. Conservation de l'écosystème pâturé

Les observations de l'évolution de la végétation et de la valeur pastorale dans les parcs de la station fourragère de Wakwa, les exemples d'améliorations, de conservations ou de dégradations (assez faibles en regard de celles observées hors station) suggèrent les moyens ou les systèmes d'exploitation des pâturages qui permettront de maintenir en équilibre favorable l'écosystème pâturé dans les différentes conditions socio-économiques actuelles ou futures de l'Adamaoua.

5.1.1. Conditions d'élevage traditionnel et d'élevage extensif amélioré

Dans les conditions traditionnelles, le maintien ou l'amélioration du potentiel des pâturages non dégradés peut être obtenu si les règles suivantes sont observées :

- 1° Maintien d'un couvert ligneux "ouvert", inférieur à 30 - 50 p.cent.
- 2° Observation d'un repos périodique annuel ou pluri-annuel et, si possible, d'une rotation bi-hebdomadaire ou mensuelle, selon la superficie et le nombre de parcelles.
- 3° Maintien d'une charge "correcte" (= optimale) en saison des pluies, estimée sur la base des 2/3 de la biomasse herbacée de fin de saison des pluies et l'ingestion de 2 Kg de MS/j/100 Kg de poids vif. En saison sèche, la charge sera réduite de moitié si cette condition est respectée et supprimée si toute la production ou la biomasse de saison des pluies a été consommée.
- 4° Suppression de la consommation des repousses de saison sèche après feu, après fauche, ou après sur-consommation de saison des pluies.

Ces conditions peuvent être appliquées par les moyens suivants :

- pour les formations sur sols fragiles, utilisation de feux précoces (décembre) périodiques, 1 an sur 2, et de feux tardifs (février) plus efficaces, sur les formations ayant une forte tendance à l'embuissonnement (en particulier sur sols granitiques). Pour les formations moins sensibles ou moins envahies par les ligneux on utilisera les feux précoces 1 an sur 3. Tous ces feux doivent être mis à une végétation herbacée n'ayant pas été pâturée en saison des pluies (maximum de combustible) afin qu'ils soient les plus efficaces possible (photo 10).

La recommandation de feux précoces peut paraître contradictoire avec nos résultats, nos observations et la littérature (plus grande efficacité et meilleure production avec les feux tardifs), mais les feux de décembre, nous l'avons vu, ont une efficacité peu inférieure à celle des feux de pleine saison sèche et surtout sont plus facilement contrôlés car les vents de décembre ne sont pas aussi violents que ceux de février ou mars (Harmattan). Les feux tardifs non contrôlés risquent de réduire, par leur débordement, de façon dramatique, les superficies protégées.

Ceci suppose, au niveau du village ou des pâturages communautaires, une division en parcelles brûlées et non brûlées en saison sèche et des parcelles laissées en repos en saison des pluies. Les limites de ces parcelles seront naturelles (galeries forestières, cours d'eau). D'autre part, le couvert ligneux peut être maintenu le plus ouvert possible par l'élimination sélective manuelle (à la machette) des espèces non appréciées (cf. annexe C1).

- dans le système traditionnel, la rotation peut être obtenue par le gardiennage des animaux.
Les éleveurs ayant un niveau technique un peu supérieur peuvent améliorer ce système de rotation peu contraignant par l'exploitation alternée, tous les 15 à 30 jours, de deux parcelles ayant les mêmes capacités de chargement instantané.
Le repos pluri-annuel sera obtenu par la mise en différé d'exploitation, en saison des pluies, pour l'application des feux périodiques. Ce système est résumé dans le schéma de la figure 37.
- le maintien d'une charge optimale est indispensable car la surcharge "endémique" est la cause des plus profondes dégradations, surtout autour

des villages et des points d'eau.

Cette charge devrait être déterminée avec la collaboration des services de l'élevage grâce à un inventaire des troupeaux, l'estimation des superficies exploitables, leur valeur pastorale et leur productivité.

- la non consommation des repousses de saison sèche est une règle extrêmement importante à suivre. La pâture des repousses nous paraît condamnable car elle est la cause de l'épuisement rapide des espèces et par conséquent de dégradations souvent irréversibles.

Ces dégradations sont d'autant plus graves que tous les animaux ne partent plus en transhumance par suite de l'attribution de concessions qui s'avèreront rapidement trop exiguës et de plus en plus surexploitées. L'entretien des animaux en saison sèche peut parfaitement être obtenu, même avec profit financier, par la consommation des refus de la saison des pluies à laquelle une complémentation azotée peut être apportée par distribution de feuilles d'arbres fourragers (cf. annexe C1) ou mieux, par la distribution de petites quantités de tourteaux de coton ou d'arachide, de drèches de brasseries (respectivement 100 et 200 g/100 Kg de poids vif/j) et éventuellement d'exploitation de cultures fourragères.

Fig. 37

Schéma d'utilisation des pâturages naturels dans une optique extensive améliorée avec fort couvert ligneux (feu tardif ou précoce 1 an sur 2)

		Ma	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Avril
		Saison des pluies						Saison sèche					
1 ^o année	Parcelle 1a	//	//	//	//	//	//	////////////////////////////////////					
	Parcelle 1b	//	//	//	//	//		////////////////////////////////////					
2 ^o année	Parcelle 2a												
	Parcelle 2b												

/// Exploitation

5.1.2. Conditions d'élevage semi-intensif

Dans ces conditions, les mêmes règles qu'en milieu traditionnel sont à observer, mais les moyens d'application peuvent être améliorés :

- le couvert ligneux peut être maintenu ouvert par les moyens cités ci-dessus, mais également par des moyens mécaniques ou chimiques (voir plus loin, § 5.2). Avec ces moyens, les zones entièrement déboisées devront être exploitées au maximum afin de rentabiliser les investissements. C'est ainsi que les zones planes seront déboisées en priorité pour permettre d'autres aménagements (parcs à foin, clôtures, cultures fourragères).
- les rotations périodiques bi-hebdomadaires ou mensuelles seront également observées sur deux parcelles clôturées ou non clôturées, de dimensions permettant des charges saisonnières de 250 à 350 Kg de poids vif par hectare selon les formations (fig. 38). Les rotations rapides sur une série de parcs clôturés plus nombreux ne se justifient pas; elles ne sont pas économiques sur pâturages naturels (Rippstein, 1980 a). Mais sur cultures fourragères, le rationnement du pâturage et la rotation sont les plus économiques au moyen de la clôture électrique utilisée avec succès à Wakwa sur Brachiaria ruziziensis avec des vaches laitières à hautes performances (voir plus loin).
- en saison sèche, l'exploitation des refus sur pied par les animaux, avec ou sans un complément protéique, sera réservée aux animaux les moins exigeants (femelles non suitées, taureaux de réserve). Par contre, des parcs à foin de formations naturelles ou de cultures fourragères seront aménagés dans les zones déboisées et réservés aux jeunes, aux vaches suitées ou épuisées (photo 11). La consommation du foin pourra être faite sur place, à la meule, mais un système de clôture doit empêcher les animaux de disposer de toutes les meules à la fois et éviter ainsi qu'ils n'errent sur toute la parcelle. Mieux, les animaux doivent pouvoir recevoir les aliments dans un enclos limitant leur déplacement. En effet, des essais menés à Wakwa par Brégeat (1977, 1975-80) ont montré que les jeunes zébus confinés sur 30m²/tête, consommant des foins distribués, avaient un niveau d'ingestion ainsi que des gains

5.2. Elimination des arbres et arbustes

Nous avons vu (chapitre 4.1.) qu'au delà d'un seuil de couverture que l'on peut estimer à 30 - 50 p.cent, l'embuissonnement réduit considérablement la productivité, la valeur pastorale et par conséquent la capacité de chargement des pâturages. Ce taux de couverture est fréquent en Adamaoua et les superficies ainsi dégradées tendent à augmenter. Des solutions pour enrayer ce phénomène et même pour l'inverser sont possibles par des moyens naturels (feux), mécaniques (coupes, dessouchages) ou chimiques (phytocides).

5.2.1. Régénération par les feux

Nous avons donc montré, chapitre 4.1., que les feux fréquents de pleine saison sèche, alimentés par la biomasse herbacée maximum de saison des pluies, pouvaient réduire considérablement le couvert ligneux. Le feu est donc un moyen (surtout le moins onéreux) pour maintenir un couvert ligneux en-deçà du seuil tolérable.

Mais, nous avons étudié également les moyens de régénération d'une formation déjà très envahie comme elle se présente généralement dans le milieu traditionnel dégradé.

Une première expérience, dans un parc couvert à 100 p.cent par les ligneux (G5A) n'a pas été concluante; la biomasse disponible n'était pas suffisante pour entretenir un feu efficace.

Une seconde expérience a été réalisée dans un parc moins envahi (R5). Après trois années consécutives de feux tardifs (février), alimentés par une biomasse herbacée n'ayant pas été exploitée en saison des pluies, un comptage exhaustif des espèces ligneuses mortes et vivantes a été réalisé et porté dans le tableau 71.

Espèces - variétés	Rejets (Effectifs)		Arbustes (Effectifs)		Arbres (Effectifs)	
	Vivants	Morts	Vivants	Morts	Vivants	Morts
1 - <i>Annona senegalensis</i> (Syn. <i>A. arenaria</i>)	5'924	-	341	265	-	-
2 - <i>Hymenocardia acida</i>	424	-	206	237	-	-
3 - <i>Piliostigma thonningii</i>	4'774	-	591	200	-	-
4 - <i>Psorospermum glaberrimum</i>	5'774	8	300	78	-	-
5 - <i>Croton macrostachyus</i>	361	-	104	30	2	-
6 - <i>Steganotaenia araliacea</i>	179	-	24	9	-	-
7 - <i>Syzygium guineense</i>	2'619	-	590	225	20	-
8 - <i>Ficus capensis</i>	75	-	6	-	2	-
9 - <i>Entada abyssinica</i>	287	-	98	-	56	-
10 - <i>Bridelia ferruginea</i>	2'306	-	15	101	-	-
11 - <i>Canthium venosum</i>	336	-	45	11	-	-
12 - <i>Harungana madagascariensis</i>	9'159	6	822	996	-	-
13 - <i>Maesa lanceolata</i>	425	11	620	230	-	-
14 - <i>Combretum nigricans</i>	104	-	13	5	2	1
15 - <i>Vitex madiensis</i>	57	-	18	-	-	-
16 - <i>Terminalia glaucescens</i>	352	-	30	19	1	-
17 - <i>Allophylus africanus</i>	2'279	62	679	169	-	-
18 - <i>Vitex doniana</i>	40	-	15	6	-	-
19 - <i>Antidesma venosum</i>	181	-	29	7	-	-
20 - <i>Trichilia roka</i>	112	-	9	2	-	-

Espèces - variétés	Rejets (Effectifs)		Arbustes (Effectifs)		Arbres (Effectifs)	
	Vivants	Morts	Vivants	Morts	Vivants	Morts
21 - <i>Phyllanthus muellerianus</i>	169	-	56	53	-	-
22 - <i>Fagara tessmannii</i>	319	-	102	16	1	-
23 - <i>Lanea schimperi</i>	107	-	14	8	-	-
24 - <i>Ochna afzelii</i>	402	-	62	53	-	-
25 - <i>Ochna schweinfurthiana</i>	24	-	1	-	-	-
26 - <i>Craterispermum laurinum</i>	1'383	2	350	82	-	-
27 - <i>Securidaca longipedunculata</i>	5	-	1	-	-	-
28 - <i>Gardenia ternifolia</i>	46	-	5	-	-	-
29 - <i>Albizia zygia</i>	-	-	-	-	-	-
30 - <i>Albizia coriaria</i>	227	-	10	133	1	-
31 - <i>Cussonia arborea</i>	266	-	3	1	-	-
32 - <i>Daniellia oliveri</i>	7	-	3	-	-	-
33 - <i>Vernonia amygdalina</i>	125	-	42	4	-	-
34 - <i>Protea elliotii</i>	22	-	4	1	-	-
35 - <i>Flacourtia vogelii</i>	16	?	5	-	-	-
36 - <i>Bridelia ndellensis</i>	136	-	30	20	1	-
37 - <i>Ximenia americana</i>	-	-	1	-	-	-
38 - <i>Strychnos spinosa</i>	-	-	1	-	-	-
39 - <i>Clausena anisata</i>	11	-	7	-	-	-
40 - <i>Uapaca togoensis</i>	2	?	3	7	-	-
41 - <i>Sapium ellipticum</i>	48	-	40	10	7	-
42 - <i>Carissa edulis</i>	6	-	-	-	-	-
43 - <i>Ficus thonningii</i>	1	-	-	-	-	-

Tab. 71 (suite)

Espèces - variétés	Rejets (Effectifs)		Arbustes (Effectifs)		Arbres (Effectifs)	
	Vivants	Morts	Vivants	Morts	Vivants	Morts
44 - Psidium guajava	-	-	1	-	-	-
45 - Stereospermum kunthianum	2	-	-	-	-	-
46 - Nauclea latifolia	-	-	1	-	-	-
47 - Terminalia dewevrei	1	-	-	-	-	-
<u>Total espèces</u>	39.093	89	5.297	2.978	93	1
<u>Total général</u>	47.551					

Nous pouvons constater que les espèces suivantes sont sensibles aux feux, soit dans l'ordre de sensibilité :

Harungana madagascariensis
Annona senegalensis
Piliostigma thonningii
Bridelia ferruginea
Hymenocardia acida
Cussonia arborea

alors que les espèces ci-après sont assez résistantes :

Psorospermum glaberrimum
Syzygium guineense
Allophylus africanus
Craterispermum laurinum
Entada spp.
Fagara tessmannii pour ne citer que les plus importantes.

Il semble que la résistance des ligneux aux feux soit, entre autre, fonction de l'épaisseur de l'écorce bien que cette interprétation ait subi quelques critiques (Schnell, 1971; Walker, 1981).

Mais, après feu, la plupart des espèces rejettent vigoureusement du collet, de souche ou de racine et des traitements mécaniques ou chimiques complémentaires seront donc nécessaires (voir plus loin).

5.2.2. Eliminations mécaniques

Dans les parcelles qui tendent vers une savane densément arbustive, nous avons vu que la biomasse herbacée était pratiquement inexistante.

Les feux courants qui ne sont alimentés que par les feuilles sèches tombées à terre sont peu violents. Des moyens mécaniques peuvent être utilisés : machettes, scies à main ou tronçonneuses.

Réalisé par les bergers au cours de leur gardiennage ou par une équipe réduite de manoeuvres, ce travail permet l'éclaircissement du couvert par élimination des espèces non appréciées par le bétail (voir liste en annexe C1). Ces moyens manuels ne demandent qu'un investissement humain et matériel modeste estimé à 500 - 1000 FCFA/ha/an (100 FCFA = 0,5 FS). L'élimination complète de la végétation ligneuse, par des moyens manuels un peu plus importants demande un peu plus d'investissements mais surtout une bonne organisation. Le coût d'un tel dessouchage et l'enlèvement du bois pour permettre le passage d'engins (tracteurs, faucheuses, etc.), s'est élevé à 38'000 FCFA/ha (Rippstein, 1981/82). Avec des moyens mécaniques plus importants (D6 ou D7 Caterpillar) et une chaîne d'ancre de bateau (Mémento de l'agronome, 1980), l'éradication est beaucoup plus rapide (1 ha/heure), mais plus onéreuse et plus destructrice du sol. Cette méthode, largement employée en Adamaoua pour la préparation des terrains de cultures des grandes exploitations agricoles (SODEBLE) et dans certains ranches privés demande une très bonne organisation du travail vu le prix horaire élevé du fonctionnement des engins.

5.2.3. Eliminations chimiques

De nombreux produits ont été testés à Wakwa (Rippstein, 1979/80) en combinant dates de traitement (début de saison sèche et fin de saison sèche = début de montée de sève) et modes d'application des produits :

- simple blessure (entaille ou flash) faite à l'arbre et application du produit sur la blessure,
- pulvérisation en brouillard sur le feuillage avec pompe de reprise à main,
- coupe et badigeonnage des souches fraîchement coupées,
- coupe simple sans application de produit.

Les produits utilisés ont été :

- 2,4,5 - T (acide 2,4,5 - Trichlorophenoxyacétique) pur à raison de 175 g - 250 g de matière active/ha (+ gaz-oil ou mouillant + eau) (produit commercial = P 80)
- 2,4 - D (acide 2,4 - Dichlorophenoxyacétique) pur à des doses identiques au 2,4,5, - T (= Herbazol)
- 2,4,5 -T + Piclorame (acide amino-4trichloro-3,5,6 pyridinecarboxylique - 2) (=Tordon 155 ou 225) à des doses de 1 L M.A./hl
- 2,4-D + Piclorame (= Spica 100) à 1 l M.A./hl.

Efficacité des produits :

Toutes espèces confondues et arbres, arbustes et rejets additionnés, le mélange de 2,4,5 - T et Piclorame se montre le produit le plus efficace : 68 p.cent des ligneux ont été détruits.

Ce produit a surtout montré son efficacité sur les rejets, mais il est moins efficient lorsque son application est réalisée par pulvérisation sur feuillage, le pourcentage des ligneux détruits n'est alors plus que de 37 p.cent. Ce pourcentage est un peu inférieur à ce que l'on obtient avec les produits situés dans les seconds rangs du classement : Spica 100 (2,4-D + Piclorame) sur coupe, P80 (2,4,5 - T).

L'efficacité du 2,4,5 - T + Piclorame n'a pas été testée "sur coupe" car nous ne disposons pas suffisamment de produit.

Ceci montre que les produits les plus efficaces sont ceux qui contiennent du Piclorame mélangé avec 2,4, - D ou 2,4,5 - T. Ce dernier produit montre toujours une efficacité moyenne lorsqu'il est utilisé seul. De nombreux essais menés en Afrique de l'Est, cités par Pratt et Gwynne (1977), Crowder et al (1982) ont été réalisés avec efficacité avec ces produits

maintenant couramment utilisés contre les ligneux, mais dangereux pour les utilisateurs et les animaux.

Période d'application

Tous les produits ont montré une plus grande efficacité en fin de saison sèche au moment de la remontée de la sève. Cette période est idéale puisqu'il n'y a pas de risques de lessivage des produits.

Mode d'application

Tous les types de badigeonnage se montrent d'efficacité égale. La pulvérisation se montre la moins bonne méthode bien qu'en fin de saison des pluies, son efficacité ne soit pas négligeable avec Tordon et le 2,4,5 - T seul.

Sensibilité des espèces aux phytocides

Tous produits confondus, les espèces montrent une sensibilité assez semblable aux produits mais,

Terminalia macroptera a été l'espèce la plus facilement détruite par les différents produits. Spica 100 sur coupe s'est montré spécialement efficace sur cette espèce ainsi que 2,4,5 - T, soit sur coupe soit sur blessure.

Harungana madagascariensis a été détruit à 40 p.cent par les différents produits. Le Tordon s'est montré le plus efficace, suivi de 2,4,5 - T (par pulvérisation).

Psorospermum glaberrimum est détruit à 35 p.cent, tous produits confondus, mais le plus efficace a été le 2,4,5 - T sous forme de pulvérisation foliaire puis sur coupe. Tordon s'est montré un peu inférieur.

Maesa lanceolata, Protea elliotii, Allophyllus africanus, Ochna afzelii, Annona arenaria, Canthium venosum, Nauclea latifolia se situent au même niveau de sensibilité aux phytocides (entre 33,3 et 28,0 p.cent de destruction).

Les espèces les moins sensibles sont dans l'ordre : Craterispermum laurinum, Hymenocardia acida, Croton macrostachyus, Syzygium guineense, Fagara tessmannii et Phyllanthus muellierianus pour l'espèce la plus résistante. Pour ces espèces, le pourcentage de destruction se situe entre 26 et 20 p.cent.

Ainsi, les méthodes chimiques ne se montrent pas efficaces à 100 p.cent et plusieurs applications sont nécessaires. Elles doivent être utilisées après les méthodes naturelles ou mécaniques car ces produits sont d'un maniement tout de même délicat et sont assez onéreux.

5.3. Elimination des rejets

Nous avons vu, tableau 71, que la plupart des espèces ayant subi un feu réagissent vigoureusement en produisant de nombreux rejets du collet, de la souche ou des racines.

Les feux répétés peuvent éliminer une partie de ceux-ci, mais le pâturage doit être mis en défens, d'où perte de productivité par unité de surface. Ce phénomène de rejets a été également très perceptible dans les parcelles dessouchées pour la fauche et la récolte du foin comme le montrent les résultats rapportés dans le tableau 72 ci-après. Dans les deux cas, un traitement mécanique (coupe à la machette) ou chimique (phytocide) peut s'avérer nécessaire, les rejets concurrençant les graminées fourra-

Tab. 72 Rejets des ligneux observés 5 ans après dessouchage total.
Parcs exploités par pâture 2 ans sur 3 et fauche pour foin
1 an sur 3 (Sur sol basaltique).

Espèces - Variétés	Cépées / ha		P.cent
	Moyenne sur 5 parcs (*)	Maximum dans certains parcs	
<i>Annona senegalensis</i>	623	1'106	38,6
<i>Piliostigma thonningii</i>	327	411	20,3
<i>Bridelia ferruginea</i>	27	62	1,7
<i>Vitex madiensis</i>	13	20	0,8
<i>Hymenocardia acida</i>	238	502	14,8
<i>Terminalia glaucescens</i>	8	30	0,5
<i>Strychnos spinosa</i>	2	6	0,1
<i>Syzygium guineense</i>	5,8	177	3,6
<i>Ficus capensis</i>	3	8	0,2
<i>Erythrina sigmoïdea</i>	4	10	0,2
<i>Stereospermum kunthianum</i> et <i>S. laurinum</i>	28	94	2,0
<i>Psorospermum glaberrimum</i> et <i>P. febrifugum</i>	108	374	6,7
<i>Lannea schimperi</i>	3	6	0,2
<i>Antidesma venosum</i>	4	18	0,2
<i>Entada abyssinica</i>	9	10	0,6
<i>Gardenia ternifolia</i>	3	10	0,2
<i>Cussonia arborea</i>	1	2	0,1
<i>Securidaca longipedunculata</i>	9	38	0,6
<i>Daniellia oliveri</i>	2	6	0,1
<i>Protea elliotii</i>	4	16	0,2
<i>Albizia coriaria</i> et <i>A. zygia</i>	6	20	0,4
<i>Steganotaenia araliacea</i>	6	28	0,4
<i>Trichlia roka</i>	30	142	1,9
<i>Combretum nigricans</i>	17	77	1,9
<i>Terminalia macroptera</i>	4	14	0,2
<i>Maesa lanceolata</i>	1	4	0,1
<i>Harungana madagascariensis</i>	56	282	3,5
<i>Croton macrostachyus</i>	0	0	0
<i>Maytenus senegalensis</i>	1	6	0,1
<i>Allophylus africanus</i>	7	34	0,4
<i>Psidium guajava</i>	0	0	
<i>Carissa edulis</i>	1	1	0,1
<i>Terminalia mollis</i>	1	3	0,1
<i>Gardenia ternifolia</i>	6	26	0,4
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	1	3	0,1
<i>Psychotria venosa</i>	1	4	0,1
Total/ha	1'612		100

(*) Observations faites sur un total de 30 ha.

gères dans le premier cas et les rejets empêchant en plus le passage des machines dans le second.

Des essais de traitements chimiques et mécaniques ont donné les résultats portés dans le tableau 73 . Ces résultats montrent que le traitement avec 2,4,5 - T, par pulvérisation, n'est pas beaucoup plus efficace que le broutage associé à la fauche annuelle. La pulvérisation est d'autre part un moyen plus onéreux. Cependant, des observations et d'autres essais (Rippstein, 1979/80) ont montré que la fauche répétée chaque année ou 1 an sur 2 est aussi efficace, mais si le traitement chimique est nécessaire (fréquence inférieure à 1 an sur 2), le badigeonnage sur les troncs des rejets est plus facile à appliquer que sur coupe (à ras du sol après la fauche de la prairie).

L'élimination des rejets et même des arbustes ou la réduction de l'embroussaillage (si nuisible pour la strate herbacée) peut être envisagée par une méthode biologique.

Si les bovins consomment quelques espèces (cf. liste en annexe C1), d'autres animaux domestiques et en particulier les ovins et les caprins sont très friands de feuilles de ligneux et surtout sont moins sélectifs que les bovins (Le Houerou, 1982).

L'association bovins-ovins-caprins est très pratiquée (peut-être trop) par les éleveurs des zones soudaniennes et sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest et de l'Est (Klötzli, 1980; Le Houerou, 1982) et pourrait être envisagée comme méthode de lutte contre l'embroussaillage en Adamaoua. Malheureusement, l'élevage des moutons et surtout des chèvres y est peu développé car, ces dernières surtout, sont particulièrement sensibles au climat relativement froid et humide du Plateau. Cette association ne semble donc pas applicable pour cette région.

Espèces	Parcelle I : Traitée au 2-4-5 T + pâture en SP et fauche en SS				Parcelle II : Non traitée au 2-4-5 T mais pâturée en SP et fauchée en SS			
	Avant traitement	Trois ans après	Evolution		Avant traitement	Trois ans après	Evolution	
	Rejets/ha	Rejets/ha	Rejets/ha	p.cent	Rejets/ha	Rejets/ha	Rejets/ha	p.cent
<i>Annona senegalensis</i>	820	96	- 724	- 88,3	596	74	- 522	-87,6
<i>Daniellia oliveri</i>	2'241	127	- 2'114	- 94,3	2'656	27	- 2'629	-99,0
<i>Syzygium guineense</i>	13	2	- 11	- 84,6	11	1	- 10	-90,9
<i>Psorospermum febrifugum</i>	100	4	- 96	- 96,0	-	-	-	-
<i>Lannea schimperi</i>	20	3	- 17	- 85,0	-	-	-	-
<i>Ficus capensis</i>	368	8	- 360	- 97,8	111	2	- 109	-98,2
<i>Piliostigma thonningii</i>	595	113	- 482	- 81,0	519	57	- 462	-99,0
<i>Entada abyssinica</i>	13	1	- 12	- 92,3	-	1	+ 1	
<i>Erythrina sigmoïdea</i>	-	-	-	-	15	1	- 14	-93,3
<i>Gardenia ternifolia</i>	9	5	- 4	- 44,4	21	1	- 20	-95,2
<i>Hymenocardia acida</i>	12	2	- 10	- 83,8	421	13	- 408	-96,9
TOTAL	4'191	361	- 3830	- 91,4	4'351	178	- 4174	-95,9

5.4. Zones très dégradées et érodées

Les zones très dégradées avec envahissement par les ligneux, disparition du tapis herbacé et érosion (photo 6) couvrent, nous l'avons vu, chapitre 3.8.3.1., de très vastes superficies en Adamaoua (près de 30 p.cent de la superficie totale). Dans une de ces zones, nous avons entrepris un essai de régénération qui s'est déroulé au cours de huit années.

En début d'essai, la végétation avait un couvert ligneux de 80 p.cent et un tapis herbacé, hors ombrage, composé de:

- 2,8 p.cent de graminées appréciées (P. scrobiculatum, H. rufa, H. filipendula, H. bracteata, H. diandra, A. schirensis, P. phragmitoides, S. sphacelata et S. anceps).
- 43,8 p.cent de graminées peu ou pas appréciées et d'annuelles telles que Sporobolus patulus, Pennis.hordeoides, Ctenium newtonii, Rhynchelytrum repens, Sporobolus pyramidalis et autres graminées,
- 3,8 p.cent divers non appréciés (Phorbes)

La différence (49,5 p.cent) étant le sol nu induré formant une sorte de dalle impénétrable. La production appréciée y tendait donc vers zéro.

Sur une zone représentative d'un hectare, en pente à 5 p.cent, 10 parcelles clôturées de 1000 m² ont été délimitées et les traitements suivants exécutés après élimination sélective des ligneux (couvert réduit à 20 p.cent) :

- Parcelles 1 et 2 : Stylosanthes guianensis semé en poquets dans des trous à 40 x 40 cm d'espacement et 3 - 5 cm de profondeur réalisés à la daba (houe locale).
- Parcelles 3 et 4 : S. guianensis semé en ligne dans des traits de houe.
- Parcelles 5 et 6 : témoins.

- Parcelles 7 et 8 : labour à la houe et semis de Stylosanthes à la volée (20 Kg/ha de grains traités dans l'eau chaude).
- Parcelle 9 : semis de S. guianensis dans trous à la houe à 100 x 100 cm et plantation d'éclats de souches de B. brizantha local à 100 x 100 cm, entre les trous de Stylosanthes,
- Parcelle 10 : plantation d'éclats de souches de B. brizantha à 50 x 50 cm.

Les premiers comptages, après un an, ont montré qu'il y avait :

0,6 pied de Stylosanthes pour 100 grains semés et
5,5 p.cent de reprises d'éclats de souches pour Brachiaria.

Une nouvelle mise en place n'a pas donné de meilleurs résultats un an après.

La plupart des graines de Stylosanthes ont été entraînées par les eaux de pluies qui ruisselaient et une grande partie de Brachiaria, après un démarrage assez lent, n'a pas poursuivi son développement, apparemment asphyxié dans un sol compact paraissant stérile.

Les observations après 5 et 7 ans de mise en défens sont les suivantes (tab. 74) :

- Après 5 ans de mise en défens, on observe donc une bonne régénération du pâturage grâce au développement des quelques pieds de B. brizantha qui avaient subsisté après plantation. Si une régénération a eu lieu dans les autres placeaux, c'est aussi grâce à Brachiaria qui a débordé sur les autres placeaux.
- Stylosanthes, dont quelques graines avaient germé après semis dans les placeaux ayant été travaillés à la houe, a presque complètement disparu en 1981. Peut-être que l'intrusion régulière de la faune sauvage et des petits ruminants dans la mise en défens en est responsable, mais on constatait déjà, dès le début de son implantation, que Stylosanthes ne se multipliait pas et que les graines qui avaient germé ne donnaient

Tab. 74

Tapis herbacé après 6 et 8 années de mise en défens d'une zone très dégradée avec implantation de *Stylosanthes guianensis* et *Brachiaria brizantha*

(en p.cent)

<u>Espèces</u>	<u>Stylosanthes</u>		<u>Brachiaria</u>		<u>Graminées appâtées</u>		<u>Graminées peu appâtées</u>		<u>Divers non appâté</u>		<u>Sol nu</u>	
<u>Année</u>	1979	81	79	81	79	81	79	81	79	81	79	81
<u>Parcelles</u>												
- Stylosanthes en po- quet dans trous :	0	0	15,3	17,2	8,6	9,0	55,0	54,9	21,2	10,7	0	8,2
- Stylosanthes en ligne :	5,7	0	4,5	25,8	1,3	17,5	73,9	50,0	12,7	2,5	1,9	4,2
- Témoin en défens :	7,3	0,8	16,9	17,1	14,7	36,6	46,3	39,0	14,1	3,3	0,6	3,3
- Stylosanthes à la volée, sol non labouré :	3,3	0	27,5	53,7	0	10,4	57,1	19,9	11,5	2,2	0,5	3,7
- Stylosanthes à la volée, sol labouré :	13,6	9,2	12,0	50,7	28,3	8,5	28,3	28,9	15,8	1,4	2,2	1,4
- Stylosanthes + Brachiaria :	2,9	5,4	46,2	60,5	7,0	7,8	30,4	17,1	12,9	2,3	0,6	7,0
- Brachiaria :	1,2	0	70,8	53,4	10,1	8,1	8,9	29,7	8,3	8,1	0,6	0,7
Témoin hors mise en défens en 1974	0		0		2,8		43,8		3,8		49,5	

Nota :

En 1981, la situation hors mise en défens n'avait pas évolué par rapport à 1974.

que des plantes chétives. La compacité du sol semble donc bien être la cause essentielle de ce mauvais développement.

- Grâce à la dispersion des graines de Brachiaria, à l'étalement de ses souches et à sa bonne productivité, la régénération du pâturage est assurée dans les placeaux où cette espèce s'est développée. Mais cette régénération n'a pas été rapide : au moins cinq ans de mise en défens ont été nécessaires avec absence absolue de feux.
- La régénération n'a été effective que grâce à un travail du sol et à la plantation de cette espèce rustique à bon potentiel de productivité (espèce d'ailleurs dominante localement dans les zones moins dégradées). Les semis sur un sol nu et compacté ne permettent pas de reprise de la végétation des espèces locales appréciées, sinon que très lentement.

Cependant, quelques espèces annuelles peu ou pas appréciées (Sporobolus patulus surtout) ont profité de la mise en défens pour se développer et se disséminer, mais au point de vue de la productivité et de la valeur pastorale, ces espèces ont peu d'importance; il en est de même pour les espèces non graminéennes (divers non appréciés) qui ont pu pousser à l'abri de la mise en défens. Mais ces dernières ont perdu de l'importance dès que les espèces graminéennes ont pu se développer, par suite de leur plus forte agressivité.

Toutes ces espèces pionnières, peu ou non appréciées, ont tout de même leur importance en début de mise en défens car elles permettent une reprise de l'activité de la faune au sol et ainsi, grâce à elles, les graines des graminées plus productives peuvent se fixer et germer. Un rôle similaire est joué par les arbres et surtout les arbustes. C'est donc à partir de ces espèces pionnières qu'une régénération du pâturage peut démarrer.

On a pu ainsi constater, en 1978, une intense activité, à la surface du sol, des termites et des vers de terre qui ont pratiquement labouré la terre et ainsi permis aux graines de germer et aux boutures de se développer.

Enfin on constate, après 1979, que le couvert herbacé diminue sensiblement. Ceci est dû en grande partie à l'intrusion de bétail dans la mise en défens. Le fait de la présence d'un pâturage bien fourni à côté d'une zone pratiquement nue a attiré les animaux. Ceci est un indice supplémentaire de la nécessité de l'opération, car même si la régénération a été très lente, les témoins, dans la mise en défens, montrent une importante diminution du sol nu (de 50 p.cent à moins de 10 p.cent dans les plus mauvais cas).

Nous pouvons conclure que si la régénération a été réelle dans une mise en défens, elle est très lente (au moins cinq ans) et qu'un travail du sol et le semis, ou mieux, la plantation d'une espèce pionnière sont nécessaires.

Afin d'activer encore la régénération, il nous a semblé que l'emploi d'engrais pouvait être favorable. Des essais dans ce sens ont été réalisés avec l'introduction par semis d'une autre espèce, Brachiaria ruziziensis, aussi agressive que B. brizantha mais plus facile à implanter puisque des graines sont disponibles localement (à Wakwa).

Les premières observations ont laissé entrevoir que les apports d'engrais (azote principalement) n'ont pas amélioré sensiblement le développement des plantes. Après une bonne levée (photo 9), la croissance a été stoppée en pleine saison des pluies. Les jeunes plantes ont pour la plupart jauni et péri.

Il semble donc que le compactage du sol et son décapage le rende pratiquement stérile et que, pour une régénération, une réactivation de la vie du sol soit absolument nécessaire. Celle-ci ne peut se réaliser qu'après une période assez longue par les espèces annuelles pionnières puis par les vivaces ainsi que par les arbres et arbustes qui devraient donc être maintenus en place, au moins en partie. Le couvert ligneux doit être éclairci mais pas totalement détruit.

5.5. Zones surpâturées

Nous avons relevé, dans la zone de Goungel et de Wassandé (ranch de la Cie Pastorale et de la SODEBLE) un groupement végétal dominé par H. filipendula, Sporobolus africanus et Urelytrum thyrsioides (témoins pâturés, relevés No 829 et 831, tab. 75).

Cette savane herbeuse semble être l'aboutissement d'une évolution provoquée par une charge moyenne permanente en saison des pluies et en saison sèche ainsi que par des feux irréguliers. La végétation ligneuse est pratiquement absente sur les interfluves.

Des mises en défens en saison des pluies et la fauche de la biomasse en début de saison sèche pour la fabrication de foin et sa consommation sur place ont provoqué une importante évolution (comparée à un témoin constitué par une parcelle pâturée contiguë, tab. 75) :

- après 18 années de régime de fauche, l'évolution de la végétation est surtout marquée par une augmentation importante de la valeur pastorale par suite de l'extension prise par H. diplandra et la diminution spectaculaire de Urelytrum thyrsioides qui disparaît pratiquement.
- dans la parcelle soumise à ce régime depuis 2 années, l'évolution est encore peu sensible (relevé 832). Remarquons dans son témoin (relevé 831) une présence de Urelytrum moins importante du fait probablement d'un chargement plus élevé, cette espèce étant caractéristique de sous-pâturage. Sporobolus africanus a cependant diminué de 50 p.cent, mais surtout les "plantes diverses" ont augmenté. Ceci est la conséquence d'un léger passage de disques lourds nécessaire pour l'aménagement du parc à foin; les souches de Sporobolus empêchant le passage de la faucheuse ont été déracinées. Ce discage nous semble moins nécessaire après la régression de Sporobolus. Il peut être effectué 1 an sur 3 pour éliminer les souches proéminentes de H. diplandra qui apparaissent après quelques années.

Tab. 75 Evolution de la végétation dégradée à Sporobolus africanus de la zone de Goungel et Wassandé sous l'effet de la mise en repos et de la fauche. Comparaisons de parcelles pâturées (témoins) et de parcelles fauchées pendant une longue et une courte période.

Contribution spécifique (p.cent)

Traitements	Témoins pâturés	Après fauche pendant 18 ans	Evolution	Témoins pâturés	Après fauche pendant 2 ans	Evolution
N°o relevés	829	830		831	832	
<u>Espèces</u>						
Bra	3,5	2,5	0	1,2	5,6	0
Hru	0,2	8,9	+	0	0	0
Hdi	4,4	20,8	+++	0	0,5	0
Bec	0,1	9,3	+	0	0	0
Pap	0	1,3	0	0,2	7,2	+
Sch	4,5	2,1	0	4,6	5,2	0
Set	4,5	2,7	0	17,6	11,0	-
Hfi	18,0	18,0	0	28,2	27,7	0
Pas	4,5	0,6	-	5,4	3,0	0
Ure	35,6	0,6	---	8,3	1,4	-
Ldi	3,5	1,7	0	5,3	3,8	0
Gdi	7,6	3,9	-	0,6	0,2	0
Spa (*)	7,9	0,7	-	15,7	8,6	-
Pdi	5,6	12,0	+	9,2	19,4	++
Divers	0,1	14,9	++	3,7	6,4	0
<u>Valeur past. TB</u>						
(p.cent) B0	30,8	30,8	0	40,2	37,8	0
MO	3,7	5,1	0	10,8	6,3	0
ME	2,4	2,4	0	1,8	3,9	0
Totale	43,8	64,4	+++	53,9	53,6	0

Spa : Sporobolus africanus

D'après Klein, Yonkeu , 1984

Des mesures de biomasse avant fauchage ont montré que les parcelles à foin les plus anciennes produisaient 4'425 Kg MS/ha alors que les plus récentes en fournissent 3'749 Kg, soit un peu moins, mais surtout, de par la présence d'espèces peu ou pas appréciées (plantes diverses), la valeur du foin est significativement inférieure sur les parcelles récemment aménagées; cette valeur s'améliore sensiblement après 4 ou 5 ans.

5.6. Sursemis et semis en bande

De très nombreuses expériences de sursemis (principalement de légumineuses fourragères) ou de semis en bande après un passage de disques ou de rotavator ont été entreprises en zones tropicales pour régénérer des pâturages dégradés (Crowder et Chheda, 1982 p. 119 et suivantes).

Des essais similaires ont été entrepris en Adamaoua.

Nous avons déjà montré, au chapitre qui précède, ce qu'il était advenu des semis de Stylosanthes guianensis en zones très dégradées. La plupart des graines se retrouvent, après les pluies, en bas de pente avec les eaux de ruissellement.

Dans des formations peu dégradées, des essais de semis sur des bandes de terrain travaillées au rotavator ont donné les résultats portés dans le tableau 76.

Si le Stylosanthes a bien germé sur les bandes, on constate qu'après un an seules quelques graines de Stylosanthes ont été disséminées en dehors et ont germé. Après 3 ans, les analyses botaniques faites au hasard dans la parcelle montrent une très faible contribution de Stylosanthes guianensis, même sur les bandes. La concurrence des graminées vivaces et la fauche pour la production de regains l'ont pratiquement éliminé. Après 5 ans, Stylosanthes a complètement disparu et le parc a continué à se dégrader : présence très importante de H. filipendula, Sporobolus pyramidalis, Brachiaria brizantha et disparition de H. rufa, Setaria sphacelata, etc.

D'autres essais de semis en bande n'ont pas donné de meilleurs résultats.

Tab. 76 Essai de régénération d'une formation naturelle sur sols
basaltiques par semis en bande de Stylosanthès guianensis (R16)
Evolution de la végétation entre les bandes
 Contribution spécifique (p.cent)

<u>Traitements</u>	Avant semis	Après semis	Avant semis	Après semis
<u>Dates</u>	1974	1976	1978	1980
<u>No relevés</u>	682	683	684	685
	(entre bandes)	(entre bandes)	(au hasard)	(au hasard)
<hr/>				
<u>Espèces</u>				
Bra	6,6	2,9	4,2	8,4
Hru	3,1	0,4	1,0	0,4
Hdi	14,3	1,5	2,2	10,6
Pap	12,3	11,5	7,4	15,3
Sch	1,3	4,7	8,3	0,7
Set	32,7	10,6	9,0	14,2
Hfi	20,9	45,1	50,8	36,2
Pas	1,2	0,4	0,2	0,1
Gdi	4,5	3,5	1,4	0,9
Spy	2,4	11,9	11,5	3,0
Pdi	0,5	1,2	0,3	1,9
<u>Stylosanthès</u>	<u>0</u>	<u>3,0</u>	<u>3,2</u>	<u>0</u>
<hr/>				
<u>Protocole</u>	RT - C1/1 + SS	RT - L 1/1 - SF	RT - L1/1- SF	RT-L1/1 - SF
(*)	SF - semis stylo(75)	Regains + c	Regains + c	Regains + c

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

5.7. Fumure

Quelques essais de fumure ont été entrepris sur les formations naturelles, surtout dans le but de mieux rentabiliser la récolte mécanique du fourrage pour la confection de foins et de regains.

Le tableau 77 donne les résultats des observations sur la composition botanique et les productions obtenues dans un dispositif d'essai en blocs randomisés type "Blocs de Fischer" (Quidet et Masmejean, 1962) prévu au départ pour observer l'effet de doses croissantes de phosphore sur la productivité des formations naturelles.

Ainsi, la dernière colonne donne la moyenne des traitements 50, 100, 150, 200, 250 P_2O_5 + 350 N (250 Kg/ha de sulfate d'ammoniaque à chaque coupe), les différentes doses de P_2O_5 n'entraînant pas de production ni de composition botanique, significativement différentes entre elles comme le montrent le test de t ainsi que les analyses en composantes principales illustrées dans les figures 33 a et 33 b, pages 220 et 221. Par contre, les résultats portés dans l'avant-dernière colonne sont significativement différents des autres traitements.

Quant à la première colonne, elle donne la composition botanique et l'estimation de la biomasse mesurée dans la parcelle exploitée par les animaux alors que la seconde donne les observations de la végétation en repos, en bordure de l'essai, mais fauchée régulièrement. La production indiquée dans cette colonne est celle d'un précédent essai réalisé sur le même emplacement.

Tab. 77 Comparaison de la contribution des espèces, de la valeur pastorale et de la production de la strate herbacée d'une formation fauchée ayant reçu ou non une fumure azotée et phosphorée avec la même formation ayant été pâturée (R12)

Traitements	0 N-0 P ₂ O ₅ Pâturage SP + Foin SS	0 N-0 P ₂ O ₅ Repos	350 N-0 P ₂ O ₅ Fauche : 7 coupes	350 N - 50 à 250 P ₂ O ₅ Fauche : 7 coupes
No relevés	Moyenne 627-633	712	713	Moyenne 714-718
Répétition		n = 6	n = 6	n = 6 x 5
<u>Contribution spécifique des espèces (p.cent)</u>				
Aga	6,9	18,9	5,6	6,1
Bra	1,9	0,6	2,3	1,8
Hru	1,1	13,0	22,7	29,1
Hdi	13,6	7,4	5,2	2,9
Bec	0,2	0,6	0	0,1
Pap	21,1	37,9	5,2	2,2
Hbr	2,3	1,5	2,3	2,5
Sch	4,1	0	4,4	2,9
Set	10,4	9,2	16,9	13,4
Hfi	31,7	3,6	14,3	10,7
Pas	0	0	1,0	2,3
Mic	0,9	0	0,1	0
Ldi	2,6	0	0	0
Pho	0,3	1,2	11,0	14,0
Gdi	0,4	0,3	2,0	3,7
Spy	0,3	0,6	0,7	0,7
Imp	0,1	0	0	0
Pdi	0,1	5,3	7,1	8,0
<u>Valeur pastorale (p.cent)</u>				
TB	19,9	34,4	29,4	32,9
BO	45,6	37,8	27,4	21,3
MO	1,8	1,1	6,9	9,2
ME	0,1	1,1	1,4	1,1
Totale	67,4	74,4	65,4	65,0
<u>Production (Kg MS/ha)</u>				
4'000 - 5'000		4'062	8'874	11'911
		+/- 336,3	+/- 1'564,6	+/- 1'655
<u>Différences (P = 0,05)</u>		Différence hautement significative	Différence hautement significative	

Ce tableau est intéressant à plus d'un titre :

- 1° Il montre tout d'abord que le potentiel de production d'un pâturage naturel ayant reçu une forte fumure est intéressant (12t MS/ha). Avec cette fumure azotée importante (350 unités), il peut produire trois fois plus de matières sèches que sans engrais. Probablement que cette production peut être encore améliorée par une fumure plus complète puisqu'il manque ici de la potasse, ainsi que les éléments secondaires et les oligo-éléments dont ces sols sont souvent carencés. La différence de production avec et sans phosphore est déjà un exemple des besoins des plantes.
- 2° Malgré une production importante, la valeur pastorale calculée sur la base de la contribution des espèces est plus faible, avec fumure, que sans fumure. Ceci illustre bien, s'il en est encore besoin, que la valeur pastorale est une mesure du potentiel de la valeur d'un pâturage et ne permet de comparer que des formations situées dans des mêmes conditions.
Ces constatations suggèrent que l'application de l'engrais sur une formation naturelle pourrait être faite après une période de repos. Ainsi, les bonnes espèces fourragères contribueraient, pour une meilleure part, à la production totale puisque avec repos (deuxième colonne), on observe que les très bonnes espèces, très productives, telles que A. gyanus, H. diplandra et surtout P. phragmitoides prennent une grande importance alors que ces espèces sont moins fréquentes lors d'exploitations périodiques fréquentes par pâture ou fauche.
- 3° La fumure azotée a profité essentiellement au développement de H. ru-fa, espèce exigeante quant à la richesse du sol, ce qui avait été souligné dans des essais antérieurs (Piot, Rippstein, 1975), ainsi qu'à Pennisetum hordeoides qui se comporte donc en espèce nitrophile mais dont l'étalement est également favorisé par une exploitation rase fréquente. L'azote a aussi provoqué une plus grande diversité d'espèces et l'on assiste à une augmentation sensible des "graminées diverses" et des "plantes diverses". Par contre, les Cypéracées et les "légumineuses diverses" ont disparu.

4° La régression de H. filipendula, dont la contribution est très importante dans la parcelle pâturée en SP et fauchée en SS (1ère colonne), montre donc une amélioration sensible de la constitution botanique et de la productivité du pâturage, cette espèce étant, nous l'avons déjà souligné, caractéristique d'un épuisement du pâturage et la première phase d'une dégradation.

Dans les savanes non exploitées par le bétail, César (1982) en Côte d'Ivoire, a montré que le fauchage provoque la régression des meilleures espèces à forte productivité au profit d'espèces médiocres et moins abondantes. Dans les pâturages exploités depuis longtemps, dont la composition floristique a été modifiée par le broutage (ce qui est notre cas), l'évolution se fait en sens inverse, par régression des espèces médiocres qui constituent les refus, et progression des espèces favorables.

L'analyse botanique de la végétation a d'autre part montré que les parcelles fauchées régulièrement et recevant des engrais avaient vu leur surface de base doubler par rapport au témoin non fauché et non fumé.

Dans des essais antérieurs (Piot, Rippstein, 1975b), nous avons déjà observé que si la S.B. diminuait à moyen et à long terme avec la fauche, les premières coupes provoquent un très grand étalement des souches, surtout pour les coupes à fréquence élevée (la S.B. est passée de 7 à 20 p.cent la première année de fauche). Après 5 ans de fauche, la S.B. s'est stabilisée autour de 10 p.cent du sol.

L'exploitation fréquente a développé un important système racinaire (Picard, 1976) qui a provoqué l'étalement du plateau de tallage des espèces.

Ces résultats confirment que l'on a avantage, dans les pâturages de savane, à pratiquer une exploitation avec des charges instantanées importantes ou une fauche périodique compensées par des temps de repos suffisants.

5.8. Cultures fourragères - élevage intensif

Depuis quelques années, une nouvelle politique d'élevage est appliquée par les Services officiels camerounais. Elle est caractérisée par une modification du système foncier et l'attribution, à des éleveurs privés ou communautaires et à des sociétés d'Etat, de zones délimitées de pâture ainsi que de crédits destinés à l'achat d'animaux et à l'amélioration des techniques d'élevage pour une meilleure productivité et une meilleure qualité de la viande. La limitation des superficies et l'augmentation constante des effectifs obligera ce nouveau type d'éleveurs à sauvegarder et même à améliorer le potentiel de leurs parcours par les pratiques citées plus haut. Mais les investissements (défrichements, clôtures, etc.), les améliorations des techniques d'élevage et du potentiel génétique des animaux doivent être rapidement rentabilisés par une meilleure productivité. Ainsi, les pâturages défrichés seront choisis en priorité dans des zones planes, sur sols riches, permettant un aménagement pour la récolte mécanique de l'herbe et la fabrication de réserves fourragères pour la saison défavorables (foins, regains, ensilage). Dans ces conditions, toute la biomasse épigée peut être récoltée et exploitée sur place ou hors place. La productivité sera ainsi fortement augmentée. Mais cette intensification sur formations naturelles, nous l'avons vu, atteint rapidement sa limite par la productivité de ces formations naturelles, soit un chargement global d'environ 250 Kg de poids vif par hectare si l'on veut conserver la stabilité de l'écosystème pâturé.

Le passage à un autre stade d'intensification, pour une meilleure extériorisation du potentiel génétique des animaux locaux ou exotiques récemment introduits en Adamaoua (Dumas, Lhoste, 1968a, 1969; Lhoste, 1969, 1970, 1973 a, b, c, d, 1975, 1977a, 1977b, 1977c; Lhoste, Pierson, 1975; Rapports annuels, CRZ de Wakwa 1974-1983) passe nécessairement par une amélioration de la fertilité des sols (fumures) et par l'utilisation d'espèces à haut potentiel et de bonne qualité fourragère. L'amélioration de la flore de la strate herbacée peut alors être réalisée par des semis d'espèces fourragères plus productives, en particulier de légumineuses introduites (car les espèces locales sont rares et peu productives) et de quelques graminées, soit introduites, soit locales

si celles-ci ont un bon potentiel et une bonne valeur nutritive.

De très nombreuses introductions et des essais de production et d'utilisation ont été entrepris depuis 1956, mais peu d'espèces ont satisfait aux normes requises pour une vulgarisation possible et une bonne rentabilité (cf. méthodologie, § 2.2.3).

Parmi les espèces introduites, les espèces retenues actuellement et vulgarisables sont les suivantes :

- Légumineuses : *Stylosanthes guianensis* No FAO 46004 et 46482

ainsi qu'éventuellement :

Calopogonium mucunoides

Stizolobium aterrimum

en association avec une graminée

ainsi que le Soja ensilé (*Soja hispida*) (Nombreuses variétés essayées à la SODEBLE; la variété Geduld a été utilisée avec succès à Wakwa).

- Graminées (poacées) : *Brachiaria ruziziensis*
 Brachiaria brizantha
 Panicum maximum (plusieurs écotypes ou clones ORSTOM)

Maïs fourrage (ensilé) (= *Zea maïs*),

ainsi que par ordre décroissant d'importance :

Tripsacum laxum (Guatemala grass)

Pennisetum à collet rouge et *P. purpureum*
var. Kizozì

Melinis minutiflora

Andropogon gayanus

Hyparrhenia rufa

et à confirmer : *Brachiaria mutica*

Brachiaria decumbens

Setaria sphacelata

ainsi que le Manioc (*Manihot utilisima*) : feuilles ou tubercules ensilés.

5.8.1. *Stylosanthes guianensis*

5.8.1.1. Généralités

Cette légumineuse est connue et utilisée en Adamaoua depuis 1950 et est devenue subspontanée le long des routes. On lui a attribué des qualités qu'elle n'a pas toujours, en particulier la valeur fourragère, la pérennité, la résistance aux maladies et surtout l'appétibilité. Mais elle a l'immense avantage d'être la seule légumineuse fourragère à s'être vraiment adaptée aux conditions de l'Adamaoua. De nombreux cultivars ont été introduits; deux seulement ont donné des résultats satisfaisants : FAO no 46004 et FAO no 46482.

5.8.1.2. Quelques résultats

Nous rapportons ici quelques résultats obtenus depuis 1973 à Wakwa concernant la production, la valeur fourragère et l'appétibilité de cette légumineuse.

Tab. 78 Production de *Stylosanthes guianensis* (FAO 46004)
Moyenne de 3 années d'un essai avec phosphore :
2 coupes annuelles

	<u>Sans P₂O₅</u> (+ 100 K ₂ O)	<u>Avec P₂O₅</u> (de 50-250 Kg P ₂ O ₅ /ha + 100 K ₂ O)	<u>Différence</u> (P = 0,05)
	Kg MS/ha	Kg MS/ha	
Sur sol basaltique (plateau)	3.951	6.128	Hautement significative
Sur sol granitique	5.113	6.001	Significative

Tab. 79 Production et valeur fourragère de *Stylosanthes guianensis*
à différents rythmes de fauche (Moyennes sur 5 années)
(D'après Piot, 1973)

<u>Temps de repos</u>	20 j	30 j	40 j	60 j	80 j
Kg MS/ha	3900	3900	4328	5730	5767
UF/Kg MS (*)	60	59,5	56	53	48
gMAD/KgMS (*)	80	69	57	48	37
MAD/UF	133	115	103	91	76
% MS	21,2	21,3	24,4	24,7	25,6
Part de <i>Stylosanthes</i> du mélange graminées-légumineuses obtenu après 5 ans d'exploitation par fauche (en p.cent) :					
Val. énergétique	31,4	37,7	25,1	36,3	24,1
Val. protéique	36,0	44,8	32,7	50,0	37,2
Matière verte	17,0	27,6	20,2	29,3	21,0

D'après les tables "hollandaises", Dijkstra, 1957, in Boudet, 1975.

Ces résultats montrent que la production est favorisée par des temps de repos assez lents et que deux exploitations annuelles, éventuellement trois, donnent la meilleure production. Si la fréquence de coupe choisie est plus élevée (moins de 60 jours de repos), la production diminue sensiblement mais surtout la présence de l'espèce est fortement réduite en moins de 3 ans. A la pâture, la pérennité de cette légumineuse est encore plus difficile à maintenir. En général, après 3 années d'exploitation en pâture d'une prairie pure de *Stylosanthes*, la part de la légumineuse (en M S) est réduite à moins de 30 p.cent.

Tab. 80 Analyses bromatologiques de Stylosanthes
(en p.cent de la M.S.)

	Toute la plante	Tiges	Feuilles
Protéines brutes	16,22	10,89	22,73
Cellulose	38,14	53,44	21,55
Ext. éthéré	2,66	1,54	2,98
Ext. non azoté	35,63	29,09	42,93
Min. totaux	7,35	5,04	9,81
Insol. chlor.	0,20	0,06	0,34
Ca	1,04	0,48	1,74
P	0,17	0,11	0,21
Mg	0,28	0,20	0,35
K	1,64	1,51	1,85
MO	92,65	94,96	90,19
<u>Valeur fourragère</u>			
gMAD/Kg MS (*)	117,2	63,9	182,3
U F / Kg MS (*)	0,71	0,56	0,90

(*) D'après les formules de Demarquilly et Leroy, in Rivière, 1977

Les analyses bromatologiques des différentes parties de la plante récoltée en début de saison sèche de la première année de culture (1ère coupe), au stade début floraison, montrent que les feuilles ont une excellente valeur fourragère mais que par les tiges, qui se lignifient très rapidement, la valeur de la plante entière est fortement réduite.

En 1982, une parcelle de 3 hectares a été semée à raison de 5 - 10 Kg/ha de semences (préalablement chauffées, à écartement de 50 cm, avec une fumure de fond de 100 unités de K₂O et 100 unités de P₂O₅ à l'hectare). Deux desherbages intercalaires ont été nécessaires. En première année, la récolte de graines, faite en janvier, a produit 400 Kg/ha. Le regain et les fanes ont ensuite été pâturés.

En 2^{ème} année, la production mesurée a atteint 12 tonnes de foin en décembre (une seule coupe) et a été utilisée pour un essai de consommation sous forme de foin et d'ensilage (tab. 81 et 82). Les deux types de fourrages étaient de qualité moyenne mais l'ensilage n'était pas très bien conservé. Naturellement seules les parties non moisies ont été distribuées.

Ces résultats montrent que Stylosanthes, malgré une qualité moyenne a été mal accepté, surtout sous forme d'ensilage, d'où des pertes importantes de poids.

Essai d'entretien de jeunes zébus en saison sèche avec Stylosanthes (fig. 39).

Une autre expérience a été menée, au pâturage, avec de jeunes mâles. Consommé sur pied en saison sèche, soit en complément d'une formation naturelle (Stylosanthes le matin = régime C), soit comme source unique de fourrage (=régime B), le Stylosanthes a permis les performances illustrées dans la figure suivante (comparées à une complémentation sous forme de tourteau de coton du fourrage d'une formation naturelle (= régime A) et à un témoin sans complémentation (= régime D).

Cette figure 39 montre :

- sur Stylosanthes seul (B), la croissance pondérale journalière des animaux est rapide dans la première partie de la saison sèche (+ 298 g/j). Elle est beaucoup plus importante, jusqu'à début février, qu'avec le régime A "pâturage naturel + tourteau" (+ 60 g/j) qui ne permet que l'entretien des animaux. Cependant, à partir de ce mois, la perte de poids est rapide pour tous les lots, sauf pour celui recevant du tourteau; elle est particulièrement rapide pour le lot du système B (pertes de 560 g/j). En effet, à partir de début février, la qualité

Tab. 81 Consommation moyenne d'ensilage et de foin de Stylosanthes par de jeunes femelles zébus

Fourrages	Ensilage		Foin	
	Consommation		Consommation	
	Kg MS/ tête/j	Kg MS/100Kg p.vif/j.	Kg MS/ tête/j.	Kg MS/100Kg p.vif/j.
Périodes / jours				
0 - 20	2,8	1,1	4,7	1,6
20 - 40	3,1	1,2	5,1	1,8
40 - 57	2,5	1,0	4,3	1,5
Moyenne	2,8	1,1	4,7	1,7

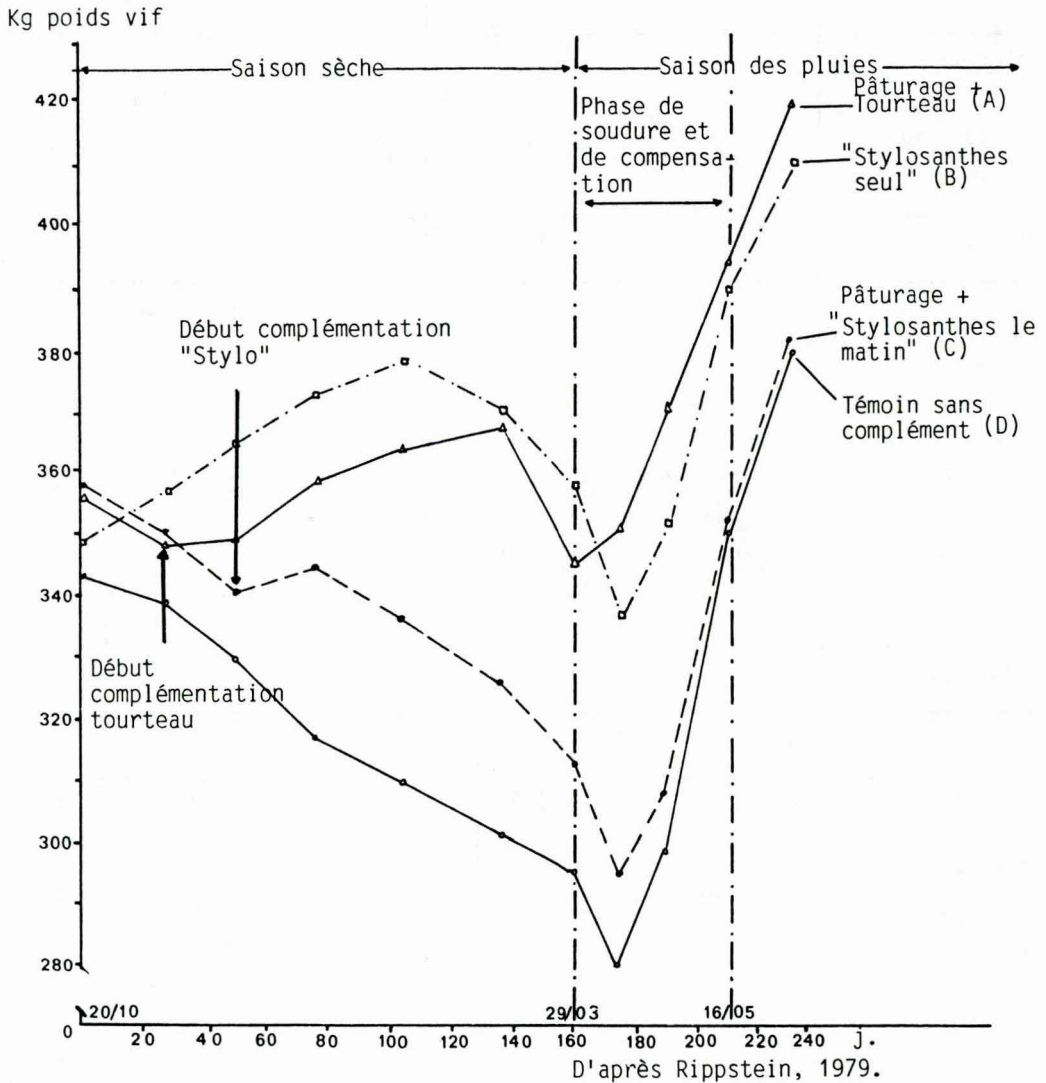
D'après Rippstein, Asah, Yonkeu, 1982/83

Tab. 82 Gains moyens quotidiens de jeunes femelles zébus alimentées en saison sèche avec du foin et de l'ensilage, sans complément azoté

Fourrages	Ensilage				Foin			
Période (j)	0	20	40	57	0	20	40	57
Poids moyen (Kg)	255,5	257,6	257,2	243,8	286,6	287,3	283,5	275,8
GMQ (g/j) périodique	+ 105	- 20	- 792		+ 33	- 190	- 451	
GMQ (g/j) pour l'essai	-206				- 186			

D'après Rippstein, Asah, Yonkeu, 1982/83

Fig. 39 Evolution pondérale de jeunes mâles zébus soumis à différents régimes alimentaires de complémentation en saison sèche (Stylosanthes, tourteau de coton).



du Stylosanthes diminue très rapidement et les animaux ont déjà consommé la plus grande partie des plus jeunes feuilles.

Pour les animaux complémentés avec le tourteau (régime A), la perte de poids ne commence qu'un mois plus tard, début mars, lorsque les réserves d'herbes vertes sur pied de la petite zone de bas-fonds sont épuisées,

- en fin de saison sèche, les animaux sur prairies de Stylosanthes (B) ont perdu un peu de poids (- 0,9 p.cent); les animaux complémentés avec du tourteau (A) ont maintenu leur poids alors que ceux du lot "Stylosanthes le matin" (C) ont perdu près de 13 p.cent de leur poids, soit un peu moins de 5 p.cent que les animaux du lot témoin (régime C).
- en fin de phase de compensation, les animaux du lot témoin (D) ont compensé une partie importante de leurs pertes de saison sèche (G.M.Q.: 1330 g/j) et ont même dépassé les animaux du lot "Stylosanthes le matin" qui n'ont, quant à eux, même pas récupéré leurs pertes de saison sèche.

Les quelques calculs économiques réalisés montrent (Rippstein, 1979), toute chose étant égale par ailleurs, que tous les quatre régimes alimentaires ne sont pas rentables en fin de saison sèche et que seule l'exploitation de "Stylosanthes seul" dégage une marge brute positive en fin de phase de compensation lorsque le Kg de poids vif est payé très cher (plus de 200 FCFA en 1979).

Cependant, la comparaison des marges brutes des différents régimes avec le témoin montre l'intérêt économique, en fin de saison sèche et, dans une moindre mesure, en fin de phase de compensation, du "Stylosanthes seul" mais également de la complémentation avec le tourteau; ce dernier régime n'étant cependant rentable que jusqu'en fin de saison sèche. La complémentation au pâturage sous forme de l'exploitation de "Stylosanthes sur pied le matin" n'est jamais intéressante.

Cependant, sur Stylosanthes uniquement, c'est début février que la marge brute par animal est la plus importante. C'est donc à cette période que

les animaux pourraient être vendus pour la boucherie ou alors c'est à partir de cette date qu'une complémentation à base de tourteau pourrait remplacer la légumineuse.

Pour le régime "Pâturage naturel + tourteau", c'est soit début mai, soit à la mi-avril, en fin de phase de soudure (après le début de la reprise des pluies), que la marge brute, par rapport au témoin, est la plus intéressante. La première date est cependant la plus favorable car le prix de la viande de qualité est le plus élevé à ce moment-là.

Ces résultats économiques pourraient être encore plus favorables pour les différentes formes de complémentation car, dans notre témoin, aucune mortalité n'a été enregistrée alors que dans les conditions traditionnelles les pertes de poids sont souvent supérieures à 20 p.cent et les animaux les plus amaigris (vaches suitées ou fatiguées, jeunes) sont à la merci de la moindre maladie ou meurent d'épuisement.

Enfin, en faveur de la légumineuse n'apparaissent pas, dans les calculs économiques, les retombées agronomiques favorables dans le cadre, par exemple, de l'association agriculture-élevage (défrichement pour l'installation de la culture, amélioration de la fertilité du sol, etc.).

Nous constatons donc qu'actuellement, le seuil de rentabilité d'une culture fourragère telle que le Stylosanthes, au prix actuel de la viande de boeuf, est atteint, ce qui n'était pas encore vrai il y a quelques années.

5.8.1.3. Conclusions

Ces quelques résultats montrent que Stylosanthes, dans les conditions de l'Adamaoua, possède une production satisfaisante, même sans apport d'engrais, si l'exploitation n'est pas trop fréquente et la mise en place est faite avec soin (desherbage). Elle résiste bien à la saison sèche et peut produire des semences de qualité en quantité.

En association avec les graminées ou semée en bande, cette espèce héliophile disparaît assez rapidement (en 3 ans).

Cette légumineuse a été vulgarisée depuis de nombreuses années sans jamais cependant prendre une grande extension à cause des difficultés que pose sa culture, de son manque de pérennité, de son appétence très moyenne et en définitive de ses coûts élevés de production. De plus, en 1978, la population initiale avait pratiquement disparu du milieu traditionnel par suite d'une maladie cryptogamique due à Colletrotrichum gloeosporoides (Anthracnose). En remplacement, les cultivars FAO no 46004 et 46482 ont donné satisfaction jusqu'à présent. Cependant, son utilisation par les bovins, en saison sèche, peut être rentable dans des conditions d'élevage amélioré lorsque le Kg de viande est payé suffisamment cher.

5.8.2 *Brachiaria ruziziensis*

5.8.2.1. Introduction

Cette espèce, originaire du Zaïre et introduite à Wakwa il y a une vingtaine d'années n'avait pas donné satisfaction car elle produisait alors peu de graines fertiles et était très exigeante en azote.

Les résultats obtenus dès 1977 avec de nouvelles graines provenant de Côte d'Ivoire ont permis de reconsidérer cette espèce qui est devenue depuis cette date l'alimentation de base du troupeau laitier de Holstein du C.R.Z. de Wakwa.

5.8.2.2. Quelques résultats

Les essais de production ont donné les résultats portés au tableau 83. Les résultats avec des doses croissantes de phosphore n'étant pas significativement différents (Rippstein, 1981/82, 1982/83) nous avons calculé la moyenne de ces traitements.

Tab. 83 Production annuelle de *Brachiaria ruziziensis*
avec différents apports d'engrais (somme de 7 coupes
mensuelles) (Kg MS/ha)

	<u>Sans P₂O₅</u>	<u>Avec P₂O₅</u> (Moyenne 50 à 200 P ₂ O ₅ /ha)	<u>Observations</u>
0 N - 0 K ₂ O	6.868	---	---
100 N - 100 K ₂ O	8.692	8.038	Moyenne sur 3 ans Différence non si- gnificative (P = 0,05)
350 N - 100 K ₂ O (en 7 épandages pour N)	13.394	13.873	Sur un an Différence non si- gnificative (P = 0,05)

Cette espèce réagit fortement à la fumure azotée et à une fumure complète. Elle a une excellente valeur fourragère en saison des pluies (coupes à 30 jours) alors que récoltée en début de saison sèche pour du foin (ou des regains), sa valeur fourragère est considérée comme médiocre et à peine suffisante pour l'entretien d'animaux en croissance (tab. 84).

Tab. 84

Production de foins et de regains
de *Brachiaria ruziziensis*

Type de fourrage	Kg MS/ha	UF/Kg MS (*)	gMAD/Kg MS (*)
Regains 70 j (100 N - 50 P ₂₀₅ - 50 K ₂₀)	2.300	0,48	traces
Regains 100 j (100 N - 50 P ₂₀₅ - 50 K ₂₀)	3.000	0,44	traces
Foins 180 j (100 N - 50 P ₂₀₅ - 50 K ₂₀)	8.680	0,50	traces

(*) D'après les tables "hollandaises" et Demarquilly, Rivière, 1977.

Cependant, des essais d'alimentation avec des regains de 80 à 100 jours et une complémentation de 500 g de tourteau / tête / jour, des zébus pesant en moyenne 438 Kg ont donné de bons résultats de croissance (Brégeat, 1979/80) : les gains de poids vif enregistrés ont été de 402 g / tête / jour pendant 2 mois en saison sèche.

Ces animaux ont consommé en moyenne 2,92 Kg de MS de foin par jour par 100 Kg de poids vif, ce qui est exceptionnel à cette saison. Un foin de

Tab. 85

Résultats des analyses bromatologiques et valeurs
fourragères de repousses de 30-70 (regains) - 100
(regains) et 180 jours (foins)

(P.cent de la Matière sèche)

Repousses (jours)	30	30	30	70	100	180
Fumure (Kg/ha)	0 N - 0 K ₂ O 0 P ₂ O ₅	350 N-100 K ₂ O - 0 P ₂ O ₅	350 N-100 K ₂ O 50 à 250 P ₂ O ₅	100 N-50 K ₂ O 50 P ₂ O ₅	100 N-50 K ₂ O 50 P ₂ O ₅	100 N-50 K ₂ O-50 P ₂ O ₅
Nbre échantillons	4	5	18	1	1	5
M.O. (*)	86,7	86,6	86,9	90,75	92,81	91,80
M.A.T.	10,8	12,13	11,62	3,72	2,62	5,45
Cell. brute	29,1	30,6	28,93	36,05	39,70	36,33
M.G.	1,67	1,52	1,73	0,59	1,29	1,36
E.N.A.	45,11	42,41	44,64	50,39	49,20	48,66
Cendres (Min.tot.)	13,32	13,37	13,07	9,25	7,19	8,41
Ins. chlor.(Silice)	3,98	3,61	3,88	1,96	1,65	2,60
Ca	0,43	0,41	0,45	0,43	0,32	0,40
P	0,37	0,36	0,41	0,16	0,18	0,10
Mg	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	0,22
K	3,52	3,91	3,50	3,13	2,33	2,16
UF/Kg MS (**)	0,60	0,60	0,61	0,48	0,44	0,50

(*) Abréviations, cf. p. 3 et 4.

(**) D'après "tables hollandaises", in Rivière (1977).

savane, récolté dans de mêmes conditions et avec une même complémentation, a eu un niveau de consommation de 1,7 Kg de MS/100 Kg de poids vif / jour. Ceci montre la très bonne appétibilité de cette espèce sous forme de foin et soulève le problème de la digestibilité de la matière azotée et de nos modes de calculs d'après nos normes (cf. Méthodes § 2.2.2.2.); les 500 g de tourteaux de coton fournis couvrent les besoins d'entretien et non ceux de la production (Rivière, 1977).

Cette espèce compose en saison sèche, avec B. brizantha et l'ensilage de maïs, la ration de base de l'alimentation du troupeau laitier de Wakwa constitué de vaches Holstein, de métisses Zébus local x Montbéliardes, Zébus local x Holstein et Zébus purs.

En production, ces vaches laitières reçoivent d'autre part une complémentation composée de farine de riz (50 p.cent), tourteau de coton (47 p. cent) et de minéraux (3 p.cent, composé de 50 p.cent de phosphate bicalcique, 20 p.cent de calcaire, 20 p.cent de NaCl et 10 p.cent d'oligoéléments).

La complémentation est distribuée à raison de 2 Kg / tête / jour + 1 Kg supplémentaire par 2 Kg de lait au-dessus de 5 Kg de lait/jour, aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies.

En saison des pluies, ces vaches exploitent B. ruziensis à la clôture électrique.

Les productions des différents types génétiques ont été les suivantes :
(tab. 86)

Tab. 86 Productions journalières moyennes de lait de différents types génétiques (Rapports annuels du C.R.Z. de Wakwa, programme lait)

Type génétique (nbre d'animaux)	1978/79 Kg lait / jour (non normalisé) (durée lactation)	1979/80 Kg lait / jour (non normalisé) (durée lactation)
Holstein 1ère et 2° lactation (n = 11)	12,1 (308 j)	11,3 (308 j)
Holstein 2° et 3° lactation (n = 7)	13,4 (162 j)	10,0 (297 j)
Montbéliardes x Zébu (F1) 5° lactation	7,2 (244 j)	7,1 (206 j)
Montb. x Zébu (F2) 1ère et 2° lactation	11,3 (206 j)	4,5 (*) (200 j)
Zébus locaux (moyenne plusieurs lac- tations)	2,7 (305 j)	

(*) Cette faible production est due à la période de mise-bas, en saison sèche, de la majorité des vaches.

Ainsi les productions permises par ces animaux sont intéressantes (sans être extraordinaires) comparées à celles des zébus locaux qui sont en fait des animaux à viande. Mais sans les cultures fourragères, ces productions seraient très inférieures, surtout en saison sèche, pendant laquelle la production ne varie guère (la variation de production est plutôt fonction de la période de mise bas). Les espèces cultivées procurent un fourrage de qualité en plus grande quantité et de façon plus régulière. D'autre part, les conditions d'hygiène sont meilleures sur les surfaces de cultures fourragères limitées à la clôture électrique : meilleure surveillance des animaux, terrains moins accidentés et moins de tiques avec l'application des rotations.

Brachiaria ruziziensis est d'autant plus intéressante qu'elle a une production grainière importante à Wakwa (300-400 Kg/ha) avec des taux bruts de germination de 30 à 40 p.cent avant passage à la trieuse (colonne INRA) et de 60 à 80 p.cent après nettoyage (50 p.cent d'impuretés).

La culture ne pose pas de problèmes (Rippstein, 1979/80). Cette espèce doit être semée en ligne à 30-40 cm à raison de 5-8 Kg de graines/ha (à 80 p.cent de germination) afin de permettre un ou 2 desherbages intercalaires la première année. La levée est assez rapide et régulière. Dès la première année, une bonne fumure azotée est nécessaire (100 N - 50 P₂O₅ - 50 K₂O, au minimum).

La production de foin de regains de 80 à 100 jours est plus intéressante malgré une production qui est moins importante que les foin de 180 j. et de qualité semblable. Les foin produisent près de 9 t MS/ha alors que les foin de regains n'en produisent que 2 à 3 t/ha/coupe.

En effet, la végétation de toute une année est difficile à récolter car les chaumes sont couchés et très enchevêtrés et les refus avec un foin de 180 jours sont plus importants.

Cette espèce montre d'autre part une remarquable pérennité.

Exploitée alternativement par pâture et par fauche, une culture de

B. ruziziensis est très peu envahie par les espèces locales (tab. 87).

Tab. 87

Evolution d'une prairie à Brachiaria ruziziensis
sur sol basaltique après 5 ans d'exploitation
alternée par fauche et pâture (contribution spé-
cifique

	Bra ruz.	Hru	Pap	Bec	Pdi	Ldi	Total
P.cent	86,4	2,2	0,2	3,9	0,4	6,0	100

5.8.2.3. Conclusions

Cette graminée est donc très bien adaptée aux conditions de l'Adamaoua et à un élevage intensif. Son grand défaut est son grand besoin en fumure azotée. D'autre part, le rejet de cette espèce, après la première introduction, puis les résultats obtenus par la suite montrent que des améliorations sont toujours possibles (comme pour Stylosanthes) et que d'autres cultivars peuvent donner satisfaction.

Les introductions d'une espèce ne doivent jamais être complètement abandonnées.

5.8.3. *Brachiaria brizantha*

5.8.3.1. Généralités

Cette graminée locale, très rustique, s'accommode de sols divers et surtout de tous les reliefs. Elle se montre résistante à la sécheresse, au piétinement et, comme nous l'avons vu précédemment (chapitre 4.8), elle est le dernier obstacle à l'érosion lors du surpâturage des formations naturelles. Elle peut être cultivée et a donné de bons résultats en Adamaoua, aussi bien à Bouar en R.C.A. (Bille, 1967) qu'à Wakwa. Des graines introduites de Madagascar ont permis cependant de meilleurs résultats qu'avec la souche locale.

Ses principaux inconvénients sont :

- sa faible production de graines fertiles dans les conditions de l'Adamaoua et les quelques graines produites sont souvent attaquées par un champignon (charbon). Elle doit donc être implantée par boutures ou éclats de souches à 40 x 40 cm d'écartement, ce qui nécessite 80 Unités de Travail Homme/ha.
- sa production est moyenne et elle répond moins bien à la fumure azotée que B. ruziziensis

5.8.3.2. Production primaire et valeur fourragère

Tab. 88 Production annuelle et valeur fourragère des repousses à différents rythmes d'exploitation sans apport d'engrais

D'après Piot, Rippstein, 1976							
Temps de repos	20 j	30 j	40 j	60 j	80 j	265 j	Observations
Kg MS/ha	3.940	3.830	4.340	4.450	5.070	3.470	Moyenne
UF /Kg MS (1)	0,65	0,62	0,60	0,54	0,56	0,41	sur
gMAD/Kg MS (2)	61,0	53,0	43,0	35,0	28,0	6,0	5 ans
MS (p.cent)	22,9	21,5	24,2	25,2	28,0	50,5	

(1) D'après les tables "Hollandaises", in Boudet, 1975

(2) D'après la formule de Demarquilly (1970), in Boudet, 1975

Avec engrais (100 N + 100 P + 100 K), les productions moyennes se situent entre 5000 et 6000 Kg de MS/ha.

Tab. 89 Evolution de la production annuelle à différents rythmes d'exploitation par fauche, sans apport d'engrais

Temps de repos	20 j	30 j	40 j	60 j	80 j
1ère année (Kg MS/ha)	3.233	3.019	4.286	4.257	4.188
5° année (Kg MS/ha)	5.343	5.160	5.306	6.153	5.214

D'après Piot, 1973

Sans engrais, la production annuelle moyenne n'est pas plus élevée que les formations naturelles, mais augmente légèrement avec des temps de repos assez longs (tab. 89).

Quant à l'évolution de la production au fil des ans, elle paraît en contradiction avec ce que l'on pourrait s'attendre, c'est-à-dire un épuisement de l'espèce dans des sols relativement pauvres de l'Adamaoua. Cette augmentation est également observée dans les formations naturelles (Piot, 1973). Pour B. brizantha, cette amélioration est surtout constatée avec les rythmes les plus élevés puisque à 20 jours et 30 jours de repos elle dépasse 65 p.cent alors qu'à 60 et 80 jours elle est respectivement de 44,5 et 24,5 p.cent.

Ce phénomène peut s'expliquer par le fait qu'avec les exploitations fréquentes, les espèces produisent une biomasse hypogée très importante qui meurt au fur et à mesure de l'exploitation et procure, en quelque sorte, une fumure organique à la plante (Picard, 1976). Avec des exploitations trop fréquentes cependant, la plante utilise ses réserves racinaires; les parties souterraines ne peuvent alors plus se renouveler assez rapidement et la plante s'épuise et meurt.

Ceci suggère donc de ne pas retourner trop fréquemment une prairie artificielle car sa production s'améliore au fil des ans, surtout à des rythmes d'exploitation raisonnables de 20 ou 30 jours.

5.8.3.3. Evolution botanique

A la fauche, sans engrais, les mesures de la couverture au sol ont montré (Piot, Rippstein, 1976) que B. brizantha, après 5 années, passait de la contribution de 100 p.cent à 43,8 p.cent pour les fréquences les plus élevées, à 70,4 p.cent pour le témoin (1 coupe/an, en décembre). La principale espèce apparaissant est H. rufa (entre 41,5 et 7,2 p.cent) et avec de très faibles contributions : P. phragmitoides et S. platyphyl- lum.

Sans engrais et alternance annuelle fauche-pâture, l'évolution, après une quinzaine d'années a été la suivante (tab. 90) :

Tab. 90 Constitution botanique d'une prairie artificielle
après 15 ans d'exploitation

Espèces	Bra	Set	Hru	Pas	Pdi	Spy	Gdi
P.cent	51,4	4,5	13,3	1,1	12,2	3,2	9,6

Il semble donc que la contribution de B. brizantha se stabilise autour de 50 p.cent. Cette espèce serait donc moins agressive que B. ruziziensis et donc plus apte à des associations avec des légumineuses.

5.8.3.4 Production secondaire

Si B. brizantha est très appréciée par les animaux en saison des pluies et forme, avec B. ruziziensis et Panicum maximum (var. coloniao), la base du pâturage des vaches du troupeau laitier de Wakwa, elle est surtout appréciée en saison sèche sous forme de foin de regains.

Quelques expériences avec cette graminée ont donné des résultats étonnants (tab. 91) avec ou sans complément composé de farine de riz (80 p. cent) et de tourteau de coton (20 p.cent) à raison de 0,91 UF/Kg et 154 gMAD/UF et d'un complément minéral (Brégeat, 1976/77).

Ces résultats montrent les excellents gains de poids journaliers de ces animaux maintenus en stabulation. Les gains de 1200g/tête/jour correspondent à une véritable embouche.

Le niveau d'ingestion élevé obtenu avec Brachiaria et sans complément (3 Kg MS/100 Kg poids vif) et donc la très bonne appétence de cette espèce explique en partie ces bons résultats, malgré le fait qu'à l'analyse chimique, on obtienne une valeur protéique très faible qui semble sous-estimée.

Tab. 91 Gains moyens quotidiens et consommation de foin de Brachiaria brizantha et de foin de savane en saison sèche de jeunes mâles zébus de 300 Kg sur une période de 2 mois

Espèce	Type de fourrage	Valeur fourragère		Compléments	GMQ	Consommation
		UF/Kg MS (1)	gMAT/Kg MS	Kg/tête	g/j	Kg/j/tête
B. brizantha	Foin de regains (80 j de repousses)	0,47	60,3	0	475	9,2
B. brizantha	Foin de regains (80 j de repousses)	0,47	60,3	1,5	800	9,8
B. brizantha	Foin de regains (80 j de repousses)	0,47	60,3	3	1200	7,6
Savane	Foin (200 jours)	0,48	28,6	0	- 66	6,0
Savane	Foin (200 jours)	0,48	28,6	1,5	250	6,2
Savane	Foin (200 jours)	0,48	28,6	3,0	732	6,0
Savane	Foin de regains (100 jours)	0,51	37,6	0	-255	5,2
Savane	Foin de regains (100 jours)	0,51	37,6	1,5	539	6,1
Savane	Foin de regains (100 jours)	0,51	37,6	3,0	592	6,5

(1) D'après les tables "hollandaises", in Boudet, 1975.

5.8.3.3 Conclusions

Cette espèce locale très rustique et très fréquente, surtout dans les zones surpâturées, a une production intéressante en saison des pluies mais également en saison sèche (1 à 2 t MS/ha) dans les endroits humides à l'abri de brises-vent, une bonne valeur fourragère et surtout une très bonne appétibilité. Malheureusement, sa production grainière est pratiquement nulle en Adamaoua. Ce problème devrait être étudié en priorité.

5.8.4. Autres espèces fourragères

Quelques autres graminées et légumineuses ont été cultivées et utilisées à Wakwa :

- Panicum maximum (variété coloniao, de provenance du Brésil) couvre à Wakwa une dizaine d'hectares et est intégré dans la sole fourragère destinée aux vaches laitières et dans la série des prairies permanentes pâturées par de jeunes métis Charolais, Limousins, Angus, Montbéliards et Holstein. Elle est assez exigeante en azote, produit 8 à 10 t MS/ha en 5 à 7 coupes avec une fumure modérée (100 à 250 Kg d'engrais composé de 20 N - 10 P₂O₅ - 10 K₂O /ha/an) et se maintient depuis plus de 10 ans sous pâture intensive.

L'association avec Calopogonium mucunoides (Piot, 1971) ou Stylobium aterrimum s'est maintenue pendant 2 à 3 ans, puis les légumineuses ont rapidement disparu.

Si la variété coloniao doit être bouturée, d'autres variétés tout aussi productives existent, en particulier des clones obtenus par l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM) en Côte d'Ivoire. Quelques uns ont été testés à Wakwa en parcelles de Collection. Les plus intéressants sont G 23, K 187 B, G 17, K 184 et doivent maintenant être introduits en parcelles de production pour la pâture ou la fauche. D'autres cultivars existent et pourraient être introduits à Wakwa : C1, T 58 (Boudet, Rippstein, Rousvoal, 1983).

- Maïs fourrager (Zea mais)

Utilisé essentiellement sous forme d'ensilage, cette espèce produit à Wakwa 30 à 50 t de MV/ha ou 10 à 17 t MS/ha avec les semences des composites et des hybrides produits par la Société de développement du blé (SODEBLE).

L'ensilage confectionné compose, nous l'avons déjà souligné, la base de l'alimentation des vaches laitières en saison sèche avec le foin de B. brizantha et de B. ruziziensis.

Si sa culture, sa récolte et son conditionnement sont bien maîtrisés à Wakwa, cette espèce n'est tout de même pas prête à être vulgarisée car

elle demande tout de même une grande technicité et doit être considérée, encore pour longtemps, comme une plante vivrière très appréciée.

Des autres graminées fourragères bien notées et qui ont été utilisées, mis à part Melinis minutiflora, toutes produisent peu ou pas de graines fertiles, ce qui est redhibitoire actuellement pour la vulgarisation. D'autre part, si ces espèces sont mises en place, une fumure importante est nécessaire pour des productions intéressantes (et pour maintenir leur pérennité) et les prix actuels des engrais minéraux rendent ces productions très onéreuses.

Autre légumineuse produite à Wakwa, le Soja a été cultivé et ensilé avec du maïs. Sa production a été de 3120 Kg MS/ha à Wakwa, mais des rendements de 6136 Kg MS/ha ont été obtenus à la SODEBLE (Birie-Habas, 1981).

Enfin des tubercules de manioc ensilé ont été utilisés pour des essais d'embouche de taurillons (Lhoste, 1973a). Cette espèce a produit 38,5 t MV/ha soit 8-10 t MS/ha (ou 3.600 UF/ha). Mais à l'instar du maïs, cette espèce doit encore être considérée comme plante vivrière.

Conclusions

Si de nombreuses espèces ont été introduites avec succès en Adamaoua, peu répondent aux conditions requises pour une vulgarisation dans le milieu traditionnel, soit que les éleveurs n'en ont pas besoin, soit que la production grainière est nulle, insuffisante ou difficile, soit surtout que les besoins en engrais de ces espèces cultivées les rendent encore peu accessibles techniquement et financièrement dans les conditions autres que l'élevage semi-extensif ou intensif. En effet, seules des productions de viande de premier choix ou de lait pourraient rentabiliser leur culture.

VI. DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSIONS

Cette étude nous a permis de mettre à disposition des agropastoralistes, mais également des géographes, des économistes et surtout des responsables s'occupant de l'élevage en Adamaoua d'un instrument de travail susceptible de définir rapidement l'état et les potentialités d'un pâturage (méthodologie, chapitre II), de mieux connaître le "milieu" et de posséder des normes de production primaire et secondaire des pâturages (chapitre III).

Les résultats des mesures de la végétation rapportés et analysés dans le chapitre IV nous ont amené à mettre en évidence les évolutions des strates ligneuses et herbacées, toutes deux soumises aux nombreuses perturbations liées à l'élevage. Sur la base de ces résultats, nous avons pu montrer quelques possibilités de conservation, de régénération et d'améliorations simples ou plus sophistiquées des pâturages naturels, selon les productions et les systèmes d'exploitation envisagés.

Enfin, quelques résultats sur l'utilisation des cultures fourragères à Wakwa ont été rapportés.

6.1. Les méthodes

Des deux principales méthodes d'analyse de la végétation qui ont été utilisées, l'une (lignes d'interception) et l'autre (points quadrats alignés) ont montré leurs avantages et leurs inconvénients.

La première, longue et pénible pour l'observateur est relativement facile à utiliser dans une végétation herbacée haute (ici entre 2 à 3 m). Mais les résultats dépendent de l'application mise par l'observateur : la saisie de la longueur interceptée de la végétation au sol est soumise à un facteur subjectif individuel important. Elle n'est pas applicable avec les espèces à port diffus ou dans les végétations très denses (Gounot, 1969). La seconde méthode, plus fiable au niveau de l'observateur et finalement adoptée, est très dépendante, pour le nombre de contacts observés, du diamètre des aiguilles utilisées (Gounot, 1969). Il ne devrait pas dépasser

4 mm. Elle est difficile à appliquer dans une végétation trop haute, mais est très pratique dans une végétation rabattue par la dent du bétail ou par la fauche. Cependant, selon l'instrument utilisé et la fréquence de la fauche, elle peut modifier profondément la composition floristique de la végétation. Elle n'est pas adaptée à une végétation trop ouverte (zone sahélienne).

L'utilisation de ces deux méthodes demande une très bonne connaissance des espèces herbacées au stade stérile, ce qui ne semble pas, à priori, à la portée de chacun et demande une longue expérience. Un herbarium était à la disposition des prospecteurs, mais une clé de détermination des espèces au stade stérile reste à faire.

Ces méthodes d'analyse de la végétation ont montré, d'autre part, qu'une vingtaine d'espèces, essentiellement des poacées, permettaient de définir et de comparer la composition et la valeur potentielle de ces pâturages. Le faible nombre des espèces relevées, qui représentent cependant plus de 75 p.cent du recouvrement et de la biomasse épigée, a été compensé par une grande précision dans les mesures au niveau de chaque individu et a permis de calculer la valeur pastorale des différentes formations et de les comparer dans l'espace et dans le temps.

Les très nombreux relevés de la végétation qui ont été effectués par ces différentes méthodes ont pu être comparés grâce à l'emploi de techniques mathématiques d'ordination des matrices de similitude en composantes principales et en groupement et de l'ordinateur. Ces techniques nous ont permis de comparer rapidement et précisément les relevés et de choisir les exemples typiques pour les études de l'évolution de la végétation. En effet, sans ces méthodes statistiques et sans l'ordinateur, par le nombre et la structure des observations, le travail d'analyse aurait été fastidieux, difficile et probablement incomplet alors que l'ordinateur et ses programmes ont permis de traiter, en même temps, toutes les données, pour les comparer dans des représentations claires et précises qui ont mis en évidence les modifications de la végétation.

Pour la typologie des formations de l'Adamaoua et pour l'établissement de la carte des pâturages encore à faire, la méthode de Braun-Blanquet (1964) basée sur le relevé de toutes les espèces, est plus indiquée, mais

doit s'appuyer aussi bien sur la végétation ligneuse que sur la strate herbacée; cette dernière, nous l'avons vu avec d'autres (Bille, 1967, 1968; Letouzey, 1968), est plus liée aux facteurs zooanthropiques plus fluctuants qu'aux facteurs climatiques et édaphiques.

Ceci nous amène à considérer le protocole, à notre connaissance, unique en Afrique.

Le nombre de facteurs étudiés, avec toutes les variantes, a nécessité beaucoup de parcs qui n'étaient cependant pas toujours suffisamment contrôlés. En effet, la végétation ligneuse était perturbée par des prélèvements de bois de chauffage et par des feux accidentels ou criminels provoqués par les personnes habitant à proximité et qui ne comprennent pas toujours l'utilité des mises en défens.

Le contrôle des feux dans plus de 40 parcs s'est avéré nécessaire, mais pas toujours facile et les pare-feux trop étroits (q.q. mètres) ne sont pas très efficaces.

A l'avenir, les traitements étudiés devraient être moins nombreux et les variantes plus distinctes : des charges légères (200 Kg P.vif/ha), des charges "optimales" (400 Kg) et surtout de réelles surcharges (600 Kg et plus) pourraient être comparées.

Pour l'étude des feux, les feux précoces devraient être appliqués plus tôt en début de saison sèche (mi-novembre ou avant un trop grand dessèchement des graminées). Effectués en décembre, ils sont probablement peu différents des feux tardifs de février.

D'autre part, un témoin sans feu et sans pâture sur chaque type de sol est nécessaire comme témoin absolu.

Les systèmes très lourds et très onéreux de rotation rapide n'ont pas montré leur supériorité par rapport aux systèmes moins compliqués quant à la sauvegarde ou l'amélioration de la flore, de la valeur pastorale et de la production. (Nous y reviendrons plus loin).

Ainsi, le nombre de ces systèmes pourrait être réduit à deux, soit un sur chaque type de sol. Les autres parcs pourraient être utilisés pour l'expérimentation des systèmes plus simples qui ont été préconisés.

6.2. Les conditions naturelles, les populations, la végétation et l'élevage

Le climat du plateau de l'Adamaoua, de type montagnard soudanien à tendance subéquatoriale (Suchel, 1972), par son caractère humide ou semi-humide d'altitude (fortes précipitations limitées à 7 ou 8 mois dans l'année, températures modérées par l'altitude, humidité relative pas trop élevée en S.P.) permet à l'élevage de se développer dans de bonnes conditions malgré une saison sèche très marquée. On peut même parler de conditions climatiques très favorables par rapport à celles que l'on rencontre un peu plus au nord du Plateau ou au Sud, dans des zones plus humides.

La saison sèche, dont l'installation et la fin peuvent être prévus avec assez de précisions, par l'analyse fréquentielle des précipitations, n'est pas un gros handicap pour l'élevage. Une complémentation azotée permet de "passer" la saison sèche sans problème.

La plus grande partie du plateau de l'Adamaoua porte des sols ferrugineux tropicaux, des sols ferralitiques et des sols minéraux bruts sur cuirasses anciennes et sont issus de roches diverses (granite, basaltes surtout). Ces sols, comme la plupart des sols tropicaux, sont généralement assez pauvres en éléments fertilisants essentiels, en matière organique et possèdent une texture soit trop argileuse ou trop sableuse.

Les sols ferralitiques issus des roches volcaniques, par leur relief peu chahutés et leur relative richesse sont très recherchés par les agriculteurs et peuvent ainsi permettre l'intensification de l'élevage (foins, cultures fourragères).

La faible densité de la population (6 habitants/km^2 en moyenne, mais $2,5 \text{ habitants/km}^2$ en zone rurale), une importante proportion d'éleveurs (20 p.cent de la population rurale), une race de bovins ayant de bonnes performances zootechniques ajoutent apparemment aux conditions climatiques et édaphiques, de bonnes conditions pour l'élevage. Ce n'est pas toujours vrai (Boutrais, 1983).

Par les perturbations dues à la mouche Tsé-Tsé et par la concentration des troupeaux et des cultures dans certaines zones, une partie des formations naturelles sont sous-pâturées pendant que d'autres sont sur-pâturées.

L'éradication des glossines qui est en cours, une meilleure répartition des troupeaux et une population rurale supérieure mais ne dépassant pas 5 habitants/km² (Boutrais, 1983), devraient permettre, entre autres actions, une meilleure utilisation des terres, éviter des dégradations des pâturages qui deviennent catastrophiques et qui touchent plus de 50 p. cent de la superficie exploitable.

Les savanes arbustives ou arborées claires à Daniellia oliveri et Lophira lanceolata de l'Adamaoua sont issues d'une forêt semi-décidue que des modifications climatiques du Quaternaire ont fait évoluer vers la savane et que des facteurs zooanthropiques et surtout les feux de brousse maintiennent plus ou moins stable. La description des types physionomiques de la végétation que nous avons rapportée est cependant encore partielle et il faudra attendre la publication de la carte de la végétation du Cameroun et de ses annexes (en préparation) pour effectuer des études complémentaires selon les méthodes décrites dans ce travail. Ces études devront porter sur la végétation des bas-fonds, des zones riveraines, des zones pauvres sur cuirasses et des régions montagneuses de l'ouest du Plateau.

Les études déjà réalisées en Station sur la végétation et en particulier sur les pâturages (études de la structure de la végétation et de sa composition, de la phénologie des espèces, de leur biomasse, de la production primaire et secondaire, de la valeur alimentaire et de la capacité de charge des formations) devront être étendues à toutes les formations du Plateau.

En station, les études déjà effectuées devront être complétées et affinées par des relevés phyto-sociologiques associant végétation et caractéristiques édaphiques qui permettront de mieux discerner les différences entre les formations sur sol basaltique ancien et sol basaltique récent, différences entrevues par les méthodes d'ordination mais qui sont à confirmer. Certains parcs considérés sur sol basaltique récent (Parcs F) ne sont en fait que des variantes des sols basaltiques anciens (Parcs R). Ce travail, récemment commencé par Tibui (1984), devra aussi tenir compte de l'histoire des parcs.

Les résultats des mesures de biomasse épigée du tapis herbacé des pâturages de Wakwa sont équivalents aux 5 tonnes de MS/ha obtenus dans les sava-

nes d'altitude du Zaïre (1750mm/an) cités par Risopoulos (1966) pour Setaria sphacelata et à la productivité de 13 kg MS/ha/j (10-12 Kg MS/ha/j à Wakwa) citée par Compère (1961) pour les pâturages naturels à Digitaria Vestida et Paspalum scrobiculatum du Kivu. Ils sont cependant très inférieurs à ceux de Bille (1967) en République Centrafricaine dans des conditions écologiques très semblables et surtout à ceux obtenus par César (1971) dans les savanes du centre de la Côte d'Ivoire.

Ces différences proviennent, en partie, du fait que nos coupes ont été réalisées à 10-15 cm du sol alors que les autres sont faites au ras du sol. Si l'on sait (Menaut et César, 1979) que 80 p.cent du biovolume se situe entre 0 et 25 cm du sol, on retrouve bien là une explication à ces différences.

Il est probable aussi qu'il y ait un effet d'altitude dans la production végétale en altitude.

Nous pouvons raisonnablement penser que les températures relativement modérées de l'Adamaoua en saison des pluies inhibent la production du tapis herbacé.

Mais seules des expérimentations le long d'un gradient d'altitude pourront nous donner une réponse satisfaisante.

Nous avons vu que la valeur nutritive des pâturages de l'Adamaoua évolue comme celle de la plupart des pâturages naturels tropicaux (Hedin, 1967; Boudet, 1975; Rivière, 1977; Gohl, 1982; Kozac, 1983).

De "très bonne" à "bonne" en début de végétation, la valeur azotée du fourrage décline rapidement après 30-60 jours de croissance pour devenir "médiocre" après 120 jours.

La valeur énergétique, qui est de 0,8-0,9 UF/kg MS en début de cycle, se stabilise après 30 jours autour de 0,4-0,6 UF/kg MS.

Kozac (1983), dans des formations naturelles de Tanzanie confirme nos résultats et a aussi montré que la MAT et la digestibilité des MAT ont généralement diminués avec le stade de végétation et que la MAD est très faible en SS, comme en Adamaoua. La digestibilité de l'énergie décroît de la montaison à la préfloraison et de la floraison à la postfloraison, mais qu'elle augmente entre la préfloraison et la floraison.

Ces résultats montrent qu'un rythme d'exploitation entre 25 et 40 jours procure le meilleur fourrage.

Les productions secondaires obtenues à Wakwa sont comparables, quant à elles, aux productions observées par Leeuw (1971) au Nigéria dans la zone soudanienne à tendance humide (Southern Guinea savanna) recevant 1200 mm de pluies par an ou une biomasse supérieure a été mesurée (gains de 104 Kg de P.vif/ha en rotation et 86 Kg/ha en pâture continue). Elles ne diffèrent pas non plus sensiblement des résultats obtenus en Tanzanie par Walker et Scott (1968 a,b) dans une zone d'altitude comparable, à plus faible pluviométrie (826 mm/an) et à production primaire un peu inférieure. Dans ces expériences, ils concluent cependant à une productivité par tête un peu supérieure pour le système à pâture continue alors que nos résultats n'ont pas montré de différences significatives entre ces deux systèmes.

En Tanzanie toujours, E. Blaser (communication personnelle) dans le Mkwaja Ranch, a observé, en pâture continue, des résultats analogues aux nôtres (cf. aussi Klötzli et al, 1981).

6.3. L'évolution de la végétation

Concernant l'évolution de la végétation, les résultats obtenus en station ont montré que les modifications sont relativement faibles lorsqu'elles sont engendrées par les feux, le pâturage, les charges modérées, les systèmes d'exploitation et les mises en repos périodiques plus ou moins fréquentes.

Par contre, les observations faites hors station montrent que dans les zones fortement chargées (à proximité des villages et des campements des éleveurs), les modifications sont très profondes et pratiquement irréversibles si des repos de longue durée ou des actions vigoureuses modifiant profondément l'écosystème ne sont pas menées (éliminations manuelles, mécaniques ou chimiques des ligneux, travail du sol, sous-solage, engrais).

Si la plupart des espèces dominantes réagissent généralement très rapidement et profondément aux modifications de traitement, elles retrouvent rapidement leur place et leur fréquence avec la persistance du traitement, si celui-ci est modéré.

Les espèces présentes, aussi bien herbacées que ligneuses, montrent bien leur élasticité et leur adaptation morphologique ou physiologique aux feux et à la pâture, mais montrent leur sensibilité à tout excès et en particulier aux surcharges permanentes et à l'exploitation des repousses en saison sèche.

Nous n'avons pas trouvé, dans la littérature, beaucoup de résultats permettant de comparer très objectivement nos observations sur les espèces herbacées. Peu d'essais comparables ont été réalisés dans des régions écologiquement semblables. Les observations ont été généralement faites sur de courtes périodes et selon d'autres méthodes (Bille, 1964, 1965, 1967; Ramsey et Rose Innes, 1963).

La littérature abonde par contre, en ce qui concerne les ligneux, surtout Ramsey et Rose Innes (1963), Walker (1981), Werger (1983), West (1963). Mais surtout, les explications sur les causes de l'évolution des espèces font défaut : sont-elles des causes physiologiques, morphologiques ou de concurrence ?

Quelques hypothèses ont été avancées, peu ont été vérifiées, sauf pour quelques espèces, mais sous des climats différents. Ainsi, dans la zone sahélienne, Cissé et Bréman (1980) se fondent sur des causes partiellement physiologiques pour expliquer la disparition d'Andropogon gayanus, (également fréquente en Adamaoua) et peut-être d'autres espèces pérennes, par suite d'une exploitation fréquente ou à certaines époques de l'année. Les exploitations provoqueraient l'épuisement des réserves d'azote des racines et par la suite, la disparition de la plante. Cette explication est la plus souvent avancée.

Dans les conditions de l'Adamaoua, A. gayanus disparaît également, mais dans toutes les conditions d'exploitation, fréquentes ou pas, et même dans un sol bien pourvu en azote.

Si certaines espèces tendent à disparaître, d'autres prennent leur place. Pourquoi ?

Même dans les pays tempérés, les opinions et les hypothèses divergent. La disparition de certaines espèces serait plutôt due à l'épuisement des réserves en glucides ou lors d'exploitation trop rases, à l'élimination des zones de croissance (Gillet, 1980).

Bien des questions restent donc encore sans réponse.

Mais si les expériences de Wakwa ont permis de mieux connaître les effets des actions zooanthropiques sur la végétation, elles permettent aussi de proposer les moyens de sauvegarder le potentiel fourrager ou de l'améliorer.

6.4. Conservation, régénération et amélioration de l'écosystème pâturé

Nous avons donc pu montrer dans notre travail que les dégradations les plus importantes et les plus rapides du tapis herbacé étaient dues, en tout premier lieu, à l'envahissement des pâturages par les ligneux, suite à l'absence ou à la faiblesse des feux de saison sèche, liée souvent à une trop grande intensification et au surpâturage de saison sèche. Une détérioration aussi grave, mais plus lente est provoquée par le seul surpâturage, combinaison d'une charge excessive et d'une pâture continue, détérioration d'autant plus conséquente que la pente est forte. L'évolution régressive du tapis herbacé due à d'autres facteurs tels que les feux, l'absence de repos ou l'intensification est peut-être moins spectaculaire, mais ne doit pas être sous-estimée.

Dans les conditions traditionnelles, le maintien ou l'amélioration du potentiel des pâturages non dégradés peut donc être obtenu si les règles suivantes sont observées :

- Maintien d'un couvert ligneux "ouvert", inférieur à 30 - 50 p.cent, grâce aux feux de saison sèche et à un éclaircissement sélectif,
- Observation d'un repos périodique annuel ou pluri-annuel et, si possible, d'une rotation bi-hebdomadaire ou mensuelle, selon la superficie et le nombre de parcelles,
- Maintien d'une charge optimale en saison des pluies, estimée sur la base des 2/3 de la biomasse herbacée de fin de saison des pluies et l'ingestion de 2 Kg de MS/j/100 Kg de poids vif.
En saison sèche, la charge sera réduite de moitié si cette condition est respectée et supprimée si toute la production ou la biomasse de saison des pluies a été consommée.
- Suppression de la consommation des repousses de saison sèche après feu, après fauche, ou après sur-consommation de saison des pluies.
L'apport d'une complémentation azotée sous forme de tourteau permettra aux animaux de bien supporter la saison sèche.

Dans les conditions d'élevage semi-extensif, les mêmes règles qu'en milieu traditionnel sont à observer mais les moyens d'application peuvent être améliorés :

- le couvert ligneux peut être maintenu ouvert par les moyens cités ci-dessus, mais également par des moyens mécaniques ou chimiques. Avec ces mesures, les zones entièrement déboisées devront être exploitées à leur maximum afin de rentabiliser les investissements. Les zones planes seront déboisées en priorité pour permettre d'autres aménagements (parcs à foin, clôtures, cultures fourragères),
- les rotations périodiques bi-hebdomadaires ou mensuelles seront également observées sur deux parcelles, clôturées ou non, de dimensions permettant des charges saisonnières de 250 à 350 Kg de poids vif par hectare selon les formations. Les rotations rapides sur une série de parcs clôturés plus nombreux ne se justifient pas car ne semblent pas économiques sur pâturages naturels.
- en saison sèche, l'exploitation des refus sur pied par les animaux, avec ou sans complément protéique, sera réservé aux animaux les moins exigeants (femelles non suitées, taureaux de réserve).

En définitive, le maintien ou même l'amélioration de la production primaire naturelle de l'écosystème, sous l'influence de l'homme (éradication des arbres, fauche, pâture, feux) est obtenu par une intervention faible qui "rajeunit" le matériel végétal et peut augmenter la production primaire nette, en augmentant souvent aussi la palatabilité du fourrage, mais une intervention forte fait décroître la production et modifie la composition floristique dans un sens défavorable (Lamotte, 1983).

Ainsi, au-delà d'une certaine limite de productivité, des moyens radicaux doivent être utilisés pour augmenter la production primaire : fumure, implantation d'espèces fourragères plus productives et en particulier de légumineuses.

Les exemples des espèces fourragères introduites à Wakwa et leur production ont montré qu'une augmentation de cette dernière n'a pu être obtenue sans des apports d'engrais (surtout de l'azote) et des façons culturales.

Ceci semble être la règle sur les sols généralement pauvres des pays tropicaux (Anderson, 1968; Barnes, 1982; Borget, 1966; Crowder et Chheda, 1982; Piot, 1969b; Memento de l'agronome, 1980; Toutain, 1979 et bien d'autres).

Jusqu'à présent cependant, pour des raisons techniques et surtout socio-économiques, la vulgarisation des cultures fourragères, dans le milieu traditionnel, n'a pas été possible. Seules des productions de viande de premier choix ou de lait pourraient rentabiliser leur production.

6.5. Conclusions et suggestions

En conclusion, nous pouvons dire que par les déséquilibres de l'occupation du terrain, l'écosystème pâturé de l'Adamaoua est sur la voie d'une grave dégradation mais que des moyens simples ou plus sophistiqués existent pour arrêter ce processus et même améliorer la productivité primaire et par là l'élevage camerounais.

Mais beaucoup de travail de recherche reste à accomplir, mais également de vulgarisation des résultats.

Pour cela, une collaboration entre pastoralistes, zootechniciens, pédologues, microbiologistes du sol et vétérinaires doit être renforcée.

Afin de mieux cerner les réalités, des points d'appui extérieurs au Centre de Recherches doivent être mis en place. Ils permettront ainsi de mettre à la portée des éleveurs les observations en cours et les résultats acquis.

Ceux-ci doivent être vulgarisés dans des zones pilotes ou dans des ranches privés ou de l'Etat avec la collaboration de sociologues et d'économistes, afin de déterminer l'impacte des innovations sur l'économie du pays.

D'autre part, pour améliorer la productivité des pâturages et utiliser au mieux les immenses potentiels libérés dans les zones assainies par la mission d'éradication de la mouche Tsé-Tsé, l'inventaire des pâturages devrait être étendu à tout l'Adamaoua. Une carte des potentialités doit être dressée.

Elle permettra de délimiter les zones dégradées à régénérer, surtout à l'Est du Plateau, de situer les pâturages sur sols pauvres, en particulier sur cuirasses, ainsi que les formations des bas-fonds et des zones riveraines qui jouent un rôle essentiel dans l'élevage traditionnel de l'Adamaoua lors des transhumances.

Pour des productions intensives, des changements de l'éco-système est nécessaire (fumure, cultures fourragères).

Des propositions ont été faites récemment (Boudet, Rippstein, Rousvoal, 1983) :

- l'aménagement des bas-fonds doit être entrepris par des drainages des parties basses et par l'introduction d'espèces fourragères adaptées au gradient d'humidité (Echinochloa spp., Brachiaria humidicola, Brachiaria rustica, Cynodon plectostachyus, Macroptilium lathyroides, Pueraria phaseoloides)
- une plus grande diversification des espèces exotiques doit être recherchée et poursuivie avec Brachiaria decumbens, Melinis tenuissima, Panicum maximum CV K 1978, C1, T58, G23 pour les graminées et avec les cultures de Stylosanthes récemment introduites pour les légumineuses,
- la production de semences, doit être améliorée surtout pour les espèces intéressantes telles que :

Brachiaria brizantha

Brachiaria decumbens

Panicum maximum

- les essais de culture, de fumure et d'appétence doivent être poursuivis. Des mesures de digestibilité doivent être entreprises avec les principaux fourrages.

Comme nous pouvons le constater, un énorme travail reste à accomplir mais nous croyons que la recherche zootechnique et fourragère camerounaise est sur la bonne voie.

VII RESUMES

Résumé

Cette étude a permis en premier lieu la mise au point d'une méthode d'étude et de classification des pâturages de l'Adamaoua, dans l'optique d'une utilisation rapide et efficace par des techniciens de l'élevage. Elle doit permettre la détermination du potentiel pastoral des différentes formations et leur comparaison. La méthode des points quadrats alignés a été utilisée pour l'analyse de la végétation. La valeur pastorale, basée sur l'indice pastoral individuel et la contribution spécifique des espèces dominantes du tapis herbacé, permet de comparer les formations et leur évolution.

Dans une seconde partie, une compilation de toutes les études réalisées en Adamaoua par différents auteurs et en particulier dans les domaines de la climatologie, la géologie, la pédologie, la géographie et la sociologie cerne les problèmes du milieu et les questions socio-économiques en relation avec l'élevage. Les principales formations végétales de l'Adamaoua et de la Station de Wakwa ont été décrites puis analysées et leur valeur fourragère, leur production primaire et secondaire ont été déterminées sur la base des essais réalisés au Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa.

Dans la troisième partie, la plus importante, l'étude de l'évolution de la végétation et plus particulièrement de la végétation herbacée, soumise à des facteurs liés à l'élevage tels que les feux, les rotations et systèmes d'exploitation, les chargements, les différents rythmes de repos périodiques ou l'influence des ligneux sur le tapis herbacé, a montré que cette savanne arbustive est bien adaptée au fire-climax. Ainsi, seules quelques espèces les plus fréquentes du tapis herbacé réagissent avec une certaine ampleur à ces "stress":

- Hyparrhenia filipendula, Panicum phragmitoides, Andropogon schirensis, Hyparrhenia diplandra, Setaria sphacelata réagissent particulièrement aux feux quels qu'ils soient,
- les espèces sensibles aux différents chargements sont surtout H. filipendula, Hyparrhenia bracteata, P. phragmitoides, Schizachyrium platyphyllum, Brachiaria brizantha, Setaria sphacelata, Andropogon gayanus et Urelytrum giganteum (Syn.: U. thyrsoioides),

- les rotations mensuelles du troupeau sur le pâturage et les repos périodiques (annuels ou pluriannuels) influencent la couverture des espèces au niveau du sol en la doublant par rapport à la pâture continue, montrant ainsi un regain de vigueur et une meilleure résistance des espèces au piétinement et à l'érosion,
- les repos périodiques provoquent d'autre part une réaction sensible de H. bracteata, H. filipendula et H. rufa mais surtout de A. gayanus qui voit sa contribution fortement augmenter,
- l'envahissement par les ligneux n'a pas une influence importante en dehors de l'ombre portée. Cependant, H. diplandra et S. sphacelata régressent alors que les "graminées diverses" et Loudetia kagerensis prennent de l'importance.

Par contre, la végétation herbacée réagit profondément et durablement à l'influence de l'ombre portée par les ligneux qui élimine presque toutes les espèces graminéennes appréciées. L'augmentation de l'embuissonnement (lié au surpâturage permanent) provoque donc une diminution des surfaces productives et donc de la capacité de charge des formations, mais les feux violents répétés fréquemment permettent le contrôle de cet embuissonnement.

D'autre part, l'auteur démontre que la végétation herbacée réagit avec beaucoup d'ampleur surtout aux surcharges saisonnières, au surpâturage permanent, au piétinement et à la pâture de saison sèche. La végétation appréciée s'appauvrit et les espèces résistantes perdent de leur productivité. Plus grave, le couvert herbacé au niveau du sol diminue pour laisser apparaître le sol dénudé qui, soumis à l'effet du piétinement et des pluies, est érodé puis souvent stérilisé. La régénération n'est alors possible que par une mise en défens de longue durée et la suppression des feux; le resemis ou le bouturage avec des espèces pionnières n'est pas toujours possible, surtout sur les pentes.

De ces observations, des règles sont dégagées. Des mesures et des moyens pour conserver, régénérer ou améliorer l'éco-système pâturé ont été expé-

mentés et proposés, soient :

- application de repos périodiques mensuels (rotation) et/ou annuels,
- utilisation des feux violents périodiques après repos de saison des pluies, pour réduire ou contenir la végétation ligneuse ou utilisation de moyens manuels, mécaniques et/ou chimiques pour une élimination sélective des espèces ligneuses peu ou pas appréciées par les animaux,
- adoption de charges correctes basées sur les deux tiers de la biomasse aérienne ou de la production annuelle,
- suppression de la consommation des repousses de saison sèche après feu ou après fauche,
- application de systèmes simples d'exploitation des formations naturelles sur un, trois ou quatre parcs,
- utilisation de quelques espèces fourragères locales ou exotiques dans le cadre d'une régénération et d'une production intensive (en particulier laitière) : Stylosanthes guianensis, Brachiaria ruziziensis, B. brizantha, Panicum maximum, maïs fourrage (Zea mais).

En fin d'étude, une critique des méthodes et des résultats est développée et la bibliographie contient, entre autre, toutes les publications des résultats obtenus au CRZ de Wakwa en zootechnie et en production fourragère.

Zusammenfassung

In erster Linie wird in dieser Arbeit eine Untersuchungsmethode vorgestellt, die eine praxisnahe Erfassung der Einflüsse der Bewirtschaftung auf die Weiden des Adamaoua-Hochlandes ermöglicht. Es gelang mit ihr, das Futterpotential unter verschiedenen Standortsbedingungen vergleichend zu ermitteln.

Zur Analyse der Weidetypen wurde die Punktquadratmethode benützt. Der Futterwert, der auf dem individuellen Futterindex und dem spezifischen Beitrag der dominanten Grünlandarten beruht, ermöglicht den Vergleich der Pflanzengesellschaften bei unterschiedlicher Entwicklung und Nutzung.

Der zweite Teil der Arbeit enthält eine Zusammenfassung aller in der Adamaoua-Hochebene ausgeführten Studien durch verschiedene Forscher, insbesondere in den Bereichen Klimatologie, Ökologie, Bodenkunde, Geographie und Soziologie. Diese beleuchten die Probleme der Umwelt und Fragen der Sozioökonomie im Zusammenhang mit der Aufzucht.

Die wichtigsten Pflanzengesellschaften des Adamaoua und der Station von Wakwa werden beschrieben und futterbaulich analysiert. Ihr Futterwert sowie ihre Primär- und Sekundärproduktion werden anhand der Versuche im "Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa" bestimmt.

Im dritten und wichtigsten Teil der Arbeit zeigt die Beobachtung der Entwicklung der Weidebestände, namentlich der Krautschicht, dass unter den bewirtschaftungsbestimmenden Faktoren, z.B. Brand, Zeitpunkt und Dauer der Beweidung und Ruhezeit, Viebesatz, Einfluss der Verbuschung oder der Holzarten auf die Grasnarbe, die Vegetation dem Pyroklimax gut angepasst ist.

So sprechen nur einzelne der häufigsten Grünlandarten auf diese Einflüsse merkbar an:

- Auf Brände: Hyparrhenia filipendula, Panicum phragmitoides, Andropogon schirensis, Hyparrhenia diplandra, Setaria sphacelata.

- Auf den Viehbesatz: Hyparrhenia bracteata, P. phragmitoides, Schizachyrium platyphyllum, Brachiaria brizantha, S. sphacelata, Andropogon gayanus und Urelytrum giganteum (Syn.: U. thyrsoioides)
- Die eingeschränkte Beweidungsdauer mit jährlichen oder mehrjährigen Ruheperioden zeigen gegenüber den Flächen mit permanentem Viehbesatz eine Verdoppelung der Bodenbedeckung; sie bewirkt somit eine verstärkte Lebenskraft, eine bessere Trittfestigkeit und eine grössere Erosions-Resistenz der Weiden.
- Die Ruheperioden verursachen eine positive Reaktion bei H. bracteata, H. filipendula und H. rufa, aber vor allem bei A. gayanus, deren Produktion stark anstieg.
- Die Verbuschung zeigte keinen wichtigen Einfluss ausserhalb des Schattens. H. diplandra und S. sphacelata sind jedoch rückläufig während "verschiedene Gräser" und Loudetia kagerensis an Wichtigkeit zunehmen.

Alle Gräser reagieren stark und nachhaltig auf den Einfluss des Schattens der Hölzer, praktisch alle begehrten Grasarten verschwinden. Zunehmende Verbuschung führt zu einer gleichzeitigen Abnahme der Nutzflächen und des Viehbesatzes. Oft wiederholte heftige Brände erlauben die Holzpflanzen zurückzuhalten.

Bei hoher Viehdichte, längerer Bewirtschaftungsdauer und starkem Tritt reagiert die Krautschicht besonders heftig: Futterpflanzen gehen zurück, und auch die Produktivität resistenter Arten nimmt ab. Dabei vermindert sich die Deckung der Grasnarbe und es kommt zur Verkahlung.

Durch den Weidetritt und den Regen wird der Boden erodiert und dadurch oft unfruchtbar. Dann ist eine Regenerierung nur durch eine langdauernde Schonung und Verhinderung der Brände möglich. Neuansaat oder Stecklingsvermehrung mit Pionierarten ist besonders an den Hängen nicht immer möglich.

Aus diesen Beobachtungen und Versuchen ergeben sich verschiedene Massnahmen und Mittel zur Erhaltung, Regenerierung oder Verbesserung des beweideten Oekosystems;

- Anwendung von monatlichen und/oder jährlichen Ruheperioden (Beweidung),
- Auslösung von heftigen Bränden nach der Regenzeitruheperiode, um Holzpflanzen zu vermindern bzw. einzudämmen, oder Gebrauch von manuellen, mechanischen oder/und chemischen Mitteln zur selektiven Beseitigung der von den Tieren wenig oder nicht begehrten Arten,
- Wahl einer Besatzstärke, die maximal zwei Drittel der jährlichen Trockensubstanzproduktion benötigt,
- Nach einem Abbrennen der Vegetation oder einem Schnitt soll die folgende Weidenutzung erst nach dem Einsetzen der folgenden Regenperiode stattfinden,
- Anwendung einfacher Rotationssysteme,
- Ansaat von lokalen oder exotischen Futterpflanzen im Rahmen der Weideregenerierung und zur Intensivproduktion (insbesondere Milchwirtschaft): Stylosanthes guianensis, Brachiaria ruziziensis, B. brizantha, Panicum maximum, Futtermais).

Abschliessend werden Methoden und Ergebnisse kritisch beleuchtet. Die Bibliographie enthält unter anderem alle Veröffentlichungen der Ergebnisse, die am "Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa" in Tierzucht und Futterbau erarbeitet wurden.

Summary

During the study carried out in Adamaoua, an efficient and simple method of pasture classification was developed which allows technical staff who are responsible for animal production to determine the grazing potential of different pasture communities.

The analysis of square plots along a transect and the use of an index based on the forage value and the specific contribution of dominant pasture species allows for a comparison of pasture communities having different patterns of development and use.

A summary of all former investigations carried out by various authors in Adamaoua and especially the reports on sociology, climate, geography, geology and soil enabled us to review the socio-economic problems with relation to animal husbandry.

The main pasture communities of Adamaoua and of the Wakwa Station are described and their forage value as well as their primary and secondary production are determined. These analyses were based on experiments conducted at the Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa.

The development of woody and especially of herbaceous vegetation as affected by grazing, burning, rotation, mode of exploitation, stocking rate, periods of regrowth and the influence of woody plants on the pasture community etc. was studied. It was found that the vegetation is well adapted to the fire climax.

Only a few of the herbaceous plants are affected by these factors to a significant extent:

- Burning: Hyparrhenia filipendula, Panicum phragmitoides, Andropogon schirensis, Hyparrhenia diplandra, Setaria sphacelata
- Species especially sensitive to different stocking rates are H. filipendula, Hyparrhenia bracteata, P. phragmitoides, Schizachyrium platyphyllum, Brachiaria brizantha, Setaria sphacelata, Andropogon gayanus und Urelytrum giganteum (Syn.: U. thyrsioides).

- Rotations of grazing and periods of regrowth which can last for several years, resulted in a doubling of the top soil as compared to pastures with permanent grazing. Plants therefore became more vigorous and more resistant to trampling by livestock. At the same time soil erosion was reduced.
- Periods of regrowth also had a significant effect (positive or negative) on H. bracteata, H. filipendula and H. rufa and especially on H. gayanus which responded with higher productivity.
- The invasion of woody plants had no important effect except for shading. However, there was a slight decrease in H. diplandra and S. sphacelata while the production of various grasses and Loudetia kagerensis increased.

On the other hand, shading had a significant effect on the herbaceous vegetation, eliminating all species of valuable pasture grasses. The increase in woody plants resulted in a decrease in the productive area and directly affected the stocking rate. However, woody species could be controlled on permanently overgrazed pastures by repeated burnings.

In addition, it could be shown that the herbaceous vegetation was strongly affected by grazing during the dry season and especially by overstocking, permanent overgrazing and trampling by livestock. The valuable pasture vegetation became impoverished and the resistant species became less productive. Furthermore, the reduction in vegetation resulted in exposed soil which, as the result of trampling and rain, became eroded and often infertile. Regeneration is possible only after a long period of regrowth (non-grazing). A reduction in burning and reseedling and increasing of pioneer plants is not always possible on eroded slopes.

Based on these observations, rules have been developed and measures are being proposed for the conservation, regeneration or improvement of the pasture ecosystem:

- monthly or annual rest periods for pasture rehabilitation,
- burning following the rainy season in order to reduce the growth of woody plants and/or manual, mechanical or chemical elimination of species not favored by livestock,

- determination of stocking rates which require a maximum of two thirds of the annual biomass production,
- following burning or cutting, grazing should not occur before the beginning of the next rainy period,
- simple systems of rotation for one, three or four pastures,
- the introduction of certain native or exotic forage plants (Stylosanthes guianensis, Brachiaria ruziziensis, B. brizantha, Panicum maximum, mais forage) and intensive production, particularly dairy farming.

Following a critical discussion of the methods and results, a complete bibliography including all publications of the C.R.Z. de Wakwa on animal and forage production is given.

VIII BIBLIOGRAPHIE

- ADJANOHOON (E.).- 1964 : Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire. Paris O.R.S.T.O.M., (mémoire no 7) : 178 p.
- A.F.N.O.R. - 1982 : Techniques d'analyses pour les aliments des animaux. Paris.
- AFOLAYAN (T.A.).- 1978 : Grass biomass production in a Northern Guinea savanna ecosystem. *Oecologia Plant.*, vol. 13 (4) : 375-386.
- 1979 : Change in percentage ground cover of perennial grasses under différent burning regimes. *Vegetatio*, vol. 39 (1) : 35-41.
- AHLGREN (I.F.).- 1974 : The effect of Fire on Soil Organisms. In : KOZLOWSKI (T.T.) and AHLGREN (C.E.) : *Fire and Ecosystems*. Academic Press, New York, Sans Francisco, London : 47-69.
- ANDERSON (G.D.).- 1968 : Effects of fertilisers on botanical composition and productivity of pasture on sandy soils of the Tanganyika coast. *E. afr. agric. For. J.*, Oct. : 207-216.
- ATLAS de la République Unie du Cameroun.- 1980 : Paris, Jeune Afrique (les Atlas d'Afrique) : 72 p. + cartes.
- AUBREVILLE (A.).- 1948 : Les régions à longue saison sèche du Cameroun et de l'Oubangui-Chari. *Ecologie et phytogéographie forestière*. In : *Richesses et misères des forêts de l'Afrique noire française*. Paris : 81-131.
- BACHELIER (G.).- 1954 : Etude pédologique de la plaine de la Vina (N'Gaoundéré-Wakwa). Yaoundé O.R.S.T.O.M./I.R.C.A.M. : 11 p. + annexe.
- 1955 : Esquisse pédologique au 1/50 000 de la zone d'amélioration des pâturages avec annexe sur la Réserve forestière de N'Gaoundéré et carte pédologique de Lao Panga au 1/50 000. O.R.S.T.O.M./I.R.C.A.M., + annexe : 13 p.
- 1957 : Etude pédologique de la zone du volcanisme récent au S.E. de N'Gaoundéré. *Agron. trop.*, (5) : 551-575.
- BARNES (D.L.).- 1982 : Management Strategies for the Utilisation of Southern African Savanna. In : HUNTLEY (B.J.) and WALKER (.B.H.) (Edit.) *Ecology of Tropical Savannas*. Ecological Studies, 42. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York : 626-656.
- BILLE (J.Cl.).- 1964 : Pâturages du secteur occidental d'élevage de la République Centrafricaine. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T. (Etud. agrostol. no 9) : 286 p. + carte 1/200 000.
- 1965 : Evolution des pâturages naturels des hauts plateaux de la République Centrafricaine en exploitation traditionnelle Bororo. *Rev. Elev. Med. vet. Pays trop.*, 18 (3) : 313-316.
- 1967 : Expérimentation agrostologique en République Centrafricaine, Maisons-Alfort, I.E.M.V.T. (Etud. agrostol. no 21) : 246 p.

- BIRIE-HABAS (J.).- 1981 : Expérimentation de la culture du blé sur les plateaux de l'Adamaoua au Cameroun (1974-1977). Agron. trop., 26 (3) : 224-247.
- BOL ALIMA (G.).- 1967 : Les emplois du feu en Afrique tropicale. Nogent-sur-Marne, E.S.A.T., : 27 p.
- BORGET (M.).- 1966 : Production fourragère en R.U. Cameroun. Rapport de mission. Paris, IRAT, : 48 p.
- BOUDET (G.).- 1975 : Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, Ministère de la Coopération. (Coll. IEMVT : Manuels et Précis d'élevage No 4) : 254 p.
- BOUDET (G.), RIPPSTEIN (G.) et ROUSVOAL (D.).- 1983 : Contribution à l'état des connaissances sur les pâturages et leur exploitation dans diverses provinces de la République Unie du Cameroun. Perspectives de recherches complémentaires à l'Institut de recherches zootechniques. Maisons-Alfort, IEMVT; Yaoundé, IRZ. : 49 p.
- BOUTRAIS (J.).- 1974 : Les conditions naturelles de l'élevage sur le plateau de l'Adamaoua (Cameroun). Cah., ORSTOM, sér. Sci. hum., vol. XV (2) : 145-198.
- 1978 a : Peuplement et milieu naturel en zone soudanienne : le cas de la plaine Koutine (Cameroun). Cah. ORSTOM, sér. Sci. hum., vol. XV (2) : 103-143.
- 1978 b : Deux études sur l'élevage en zone tropicale humide (Cameroun). Paris, ORSTOM (Coll. Trav. et Docum. no 88) : 194 p.
- et al.- 1980 : Etude d'aménagement de l'Adamaoua. Rép. Unie du Cameroun. Frankfurt, GTZ-IFG : 172 p.
- 1983 : Elevage soudanien (Cameroun-Nigéria). Des parcours de savane aux ranches. Travaux et doc. de l'ORSTOM no 160. Paris, ORSTOM; Yaoundé, DGRST. : 148 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.).- 1964 : Pflanzensoziologie, 3. Aufl., Springer, Wien : 845 p.
- BREGEAT (D.).- 1975-80 : Rapports annuels. C.R.Z. de Wakwa, N'Gaoundéré - Cameroun.
- 1977 : Valeur alimentaire de plusieurs fourrages. Mesures de consommation en fonction de différents niveaux de complémentation. Actes colloque Bouaké. avr. 1977 : Rech. sur l'élevage bovin en zone tropicale humide.
- BROCKINGTON (N.R.).- 1960 : Studies of the growth of a *Hyparrhenia*-dominant grassland in Northern-Rhodesia (Zambia). I. Groth and reaction to cutting. J. British grassl. soc. 15: 323-338.
- BROWN (D.).- 1954 : Methods of surveying and measuring vegetation. Bull. Bur. Past., Hurley, 42 cité in Monnier (F.) - 1959 : La station fourragère de Wakwa. Programme d'études et premières

réalisations. N'Gaoundéré, Station de Wakwa : 284 p.

CESAR (J.).- 1971 : Etude quantitative de la strate herbacée de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Thèse. Sciences. Paris : 125 p.

- 1975 : Tendances évolutives de quelques formations végétales sous l'influence du pâturage en savane guinéenne de Côte d'Ivoire. Inventaire et cartogr. des pât. trop. afr. Actes du Colloque ILCA, Bamako : 213-216.

- 1978 : Cycles de la biomasse herbacée et des repousses après fauche dans quelques savanes de Côte d'Ivoire. Bouaké, C.R.Z. (no 16 PAT) : 46 p.

- 1982 : Evolution de la composition floristique des pâturages de savane sous l'influence d'une exploitation intensive par coupe. C.R.Z., Bouaké/Côte d'Ivoire, no 15 PAT. : 11 p.

CESAR (J.) et MENAUT (J.C.).- 1972 : Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (C.I.). Le peuplement végétal des savanes de Lamto. Bull. liaison Chercheurs Lamto (Paris), vol. 2 (no spéc.): 161 p.

CISSE (M.J.) et BREMAN (H.).- 1980 : Influence de l'exploitation sur un pâturage à Andropogon gayanus. Rev. Elev. Med. vet. Pays trop., 33 (4) : 407-416.

COMPERE (R.).- 1961 : Productivité et caractéristiques bromatologiques de l'herbe de quelques types de pâturages étudiés à la station de Mulungu (Kivu). Bull. agric. Congo, vol. 52 (3) cité par MENAUT (J.C.).- 1981 : Phénologie et production primaire - Ecosystèmes pâturés tropicaux, Paris, UNESCO. (Recherches sur les ressources naturelles, XVI) : 675 p.

COUTINHO (L.M.).- 1982 : Ecological effects of fire in brasilian cerrado. Ecological Studies, 42 : 273-291.

CROWDER (L.V.), CHHEDA (H.R.).- 1982 : Tropical grassland husbandry. New York and London, Longman.: 562 p.

DAGET (Ph.) et POISSONET (J.).- 1971 : Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Annls. agron., 22 (1) : 5-41.

DAUBENMIRE (R.).- 1968 : Ecology of fire in grassland. Advance in Ecolog. Res., 5, Academic Press, New-York. Cité par Volg (R.J.) in : Kozlowski (T.T.) and Ahlgren (C.E.).- 1974 : Fire and Ecosystems. Academic Press, New York, San Francisco, London : 139-182.

DELPECH (R.).- 1960 : Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies. Fourrages, 4 : 83-96.

DEMARQUILLY (C.) et WEISS (P.).- 1970 : Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. Versailles, I.N.R.A. - S.E.I. : 64 p.

DE RHAM (P.).- 1970 : L'azote dans quelques forêts, savanes et terrains de culture d'Afrique tropicale humide (Côte d'Ivoire). Veröff. Geobot. Inst. ETH. Stift. Rübel. Zurich 45 : 124 p.

- DIJKSTRA (N.D.).- 1957 : Research into the digestibility and feeding value of some grass species and grass of leys. Versl. Landb. Onderz., 63 (1), cité par Boudet (G.).- 1975 : Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, Ministère de la Coopération : 254 p.
- DOMMERGUES (Y.).- 1954 : Action du feu sur la microflore des sols de prairie. Mémoires de l'Inst. Scienti. de Madagascar, sér. D. 6 : 149-158.
- DUCHAUFOR (Ph.).- 1977 : pédologie. Vol. 1 : Pédogenèse et classification. Paris, Masson : 477 p.
- DUMAS (R.) et LHOSTE (Ph.).- 1966a : Les signes de l'âge chez le zébu. Etude des incisives de remplacement. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 19 (3) : 357-363.
- DUMAS (R.) et LHOSTE (Ph.).- 1966b : Variations du poids vif et du rendement en viande des boeufs zébus de l'Adamaoua au cours de la saison sèche. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 19 (4) : 357-379.
- 1968 : Effect of seasonal factors on the weight variations and the meat production of Adamawa Zebus. Proc. 2nd world conference on animal production. Maryland - U.S.A., Session XV : 486-487.
- 1968 : Crossing between local Zebu and American Brahman breed in Adamaoua (Cameroon) Proc. 2nd world conference on animal production. Maryland. Session I : 314-315.
- 1969 : La production de viande en Adamaoua camerounais. Colloque sur l'élevage. Fort-Lamy, Fe no 35 - Sect. 8.2. : 799-805.
- DUMAS (R.), LHOSTE (Ph.), CHABEUF (N.), BLANCOU (J.).- 1971 : Note sur la sensibilité héréditaire des bovins à la streptothricose. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 24 (3) : 349-353.
- EGUNJOBY (J.K.).- 1971 : Savanna burning, soil fertility and herbage productivity in the derived savanna zone of Nigeria. In : Proc. 7th biennial Conference on the West African Science Ass., Ibadan, IUCN : 52-58.
- 1973 : Studies on the primary productivity of a regularly burnt tropical savanna. Annls. Univ. Abidjan, E. vol. 6 (2) : 157-169.
- 1974 : Dry matter, nitrogen and mineral element distribution in an unburnt savanna during the year. Oecologia Plant., vol. 9 (1) : 1-10.
- FRANQUIN (P.).- 1969 : Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. Cah. ORSTOM, sér. Biol., (9) : 65-95.
- 1981 : Modèles fréquentiels de la période climatique de végétation. Potentialités culturelles. Actes du 9e colloque informatique et biosphère, Paris : 127-155.

- FROMENT (D.).- 1960 : Aménagement et exploitation des pâturages à dominance de Hyparrhenia de la région de Nioka. Bull. Inf. INEAC, Bruxelles, vol. 9 (1).
- GILLARD (P.).- 1969 : The effect of stocking rate on botanical composition and soils in natural grassland in South Africa. J. appl. Ecol., 6 : 489-497.
- GILLET (M.).- 1980 : Les graminées fourragères. Paris, Gauthier-villars : 306 p.
- GOHL (Bo).- 1982 : Les aliments du bétail sous les tropiques. Rome, FAO : 543 p.
- GOUNOT (M.).- 1969 : Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Edit. Masson, Paris : 314 p.
- GRANIER (P.) et CABANIS (Y.).- 1976 : Les feux courants et l'élevage en savanne soudanienne. Rev. Elev. Med. vet. Pays trop., 29 (3) : 267-275.
- GREIG-SMITH (P.).- 1983 : Quantitative plant ecology. 3rd ed. London, Butterworths. Study in Ecology. vol 9 : 359 p.
- GUERIN (H.).- 1984 : Méthodologie d'étude de la valeur alimentaire des parcours naturels à faible productivité. Protocoles et premiers résultats. Dakar, Sénégal, LNERV (No 13, Physio.) : 39 p.
- GUILLOTEAU (J.).- 1959 : Les problèmes des feux de brousse dans la mise en valeur et la conservation des sols en Afrique au sud du Sahara. Bull. agric. Congo belge, 50 (3) : 776-782.
- HARKER (K.W.) and Mc KAY (A.D.).- 1962 : A stocking rate trial on rough grazing in Bugunda. E. afr. agric. For. J., : 220-222.
- HARRINGTON (G.N.).- 1974 : Fire effects on Uganda savanna grassland. Trop. grassl., vol. 8 (2) : 87-102.
- HARRINGTON (G.N.) and ROSS (I.C.).- 1974 : The savanna ecology of Kidepo Valley National park. I. The effects of burning and browsing on the vegetation. E. afr. Wildl. J., 12 : 93-105.
- HAVARD-DUCLOS (B.).- 1967 : Les plantes fourragères tropicales. Paris, Maisonneuve et Larose : 397 p.
- HEDIN (L.).- 1967 : Recherches écologiques dans la savane de Lamto (C.I.) : la valeur fourragère de la savane. Terre Vie, Paris, vol 21 (3) : 249-261.
- HOLZNER (W.), WERGER (M.J.A.) et IKUSIMA (I.).(Eds).- 1983 : Man's impact on vegetation. Dr. W. Junk Publ., The Hague / Boston / London : 365 p.
- HOPKINS (B.).- 1965 : Observations of savanna burning in the Olokemeji Forest Reserve, Nigéria. J. appl. Ecol., (2) : 367-382.

- HUMBEL (F.X.).- 1966 a : Contribution pédologique à l'étude géomorphologique de l'Adamaoua. Yaoundé, Cameroun, ORSTOM, no 155 : 27 p.
- 1966 b : Etude de certains sols rouges à sables quartzeux de l'Adamaoua (Cameroun). Yaoundé, Cameroun, ORSTOM, no 147 : 19 p. + annexe.
- 1971 : Carte pédologique de N'Gaoundéré 1 d à 1/50 000. Centre de Yaoundé, Cameroun, ORSTOM. Note explicative : 118 p. + carte.
- HURAUULT (J.).- 1973 : Etude photo-aérienne des pâturages des hauts plateaux de l'Adamaoua occidentale. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 26 (4) : 443-458.
- 1975 : La transformation du milieu physique sous l'effet du surpâturage sur les hauts plateaux de l'Adamaoua, Paris, St-Mandé, I.G.N. (Etudes de Photo-interprétation no 7) : 218 p.
- 1977 : Contribution des vues ERTS - LANDSAT à l'étude des Hautes-Terres de l'Adamaoua occ. (Coll. GDIA) : 255-276.
- HURAUULT (J.), LUMMAUX (J. Cl.).- 1979 : Essai de cartographie de l'environnement d'un milieu tropical d'altitude : l'Adamaoua occidentale (Cameroun-Nigéria). Symp. int. Caen, France + cartes.
- HUTCHINSON (J.) et DALZIEL (J.M.).-
- 1954 : Flora of West tropical Africa I, part 1
- 1958 : Flora of West tropical Africa I, part 2
- 1963 : Flora of West tropical Africa II,
- 1968 : Flora of West tropical Africa III, part 2
- 1972 : Flora of West tropical Africa III, part 2
Crown Agents for oversea governments and administrations.
- I.N.R.A. - 1978 : Alimentation des ruminants. Versailles, France, INRA : 597 p.
- JACQUES-FELIX (H.).- 1950 : Géographie des dénudations et dégradations du sol au Cameroun. Paris, Ministère France-Outre-mer Dir. agric. elev. For., Bull. sci. (3) : 94 p. et ill.
- 1968 : Evolution de la végétation au Cameroun sous l'influence de l'homme. J. Agric. trop. Bot. appl. vol 15 (9/11) : 350-356.
- Mc KAY (A.D.).- 1968 : Rangeland productivity in Botswana. E. afr. For. J. : 178-193.
- KEAY (R.W.J.).- 1952 : Isoberlinia woodlands in Nigeria and their flora. Lejeunia 16, pp. 17 à 26. Cité par Letouzey (1968).
- KELLY (R.D.) et WALKER (B.H.).- 1976 : The effects of different forms of land use on the ecology of a semi-arid region in South-Eastern Rhodesia J. Ecol., 64 : 553-576.
- KLEIN (D.), YONKEU (S.).- 1984 : Rapport annuel 83/84 du C.R.Z. de Wakwa. Programme agrostologique du C.R.Z. de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun.

- KLOTZLI (F.).- 1980 : Analysis of species oscillations in tropical grasslands in Tanzania due to management and weather conditions. *Phytocoenologia*, 8 (1) : 13-33.
- KLOTZLI (F.), KOZAK (A.), SUCHOVSKY (P.).- 1981 : Project "Moreprot" on Mkwaja ranch. Final report on the investigations 1974-1980. P.O.Box 115, Tanga, Tanzania. Amboni Ltd.: 53 p.
- KOZAK (A.J.).- 1983 : Der Nährwert einer tropischen Naturweide in Tansania. Diss. ETH Nr. 7270, Zürich : 153 p.
- KOZLOWSKI (T.T.), AHLGREN (C.E.).- 1974 : Fire and ecosystems. Academic Press, New-York : 542 p.
- LAMOTTE (M.) et al.- 1981 : in UNESCO, PNUD, FAO.- 1981 : Recherches sur les ressources naturelles. Ecosystèmes pâturés tropicaux. Etat des connaissances. UNESCO, Paris : 675 p.
- LAMOTTE (M.).- 1983 : Research on the characteristics of energy flows. in : disturbance and ecosystems. Springer-Verlag (Ecological Studies 44) : 48-70.
- LAMOTTE (M.) et BOURLIERE (F.).- 1978 : Problèmes d'écologie : écosystèmes terrestres. Paris, Masson : 345 p.
- LAPEYRONIE (A.).- 1982 : Les productions fourragères méditerranéennes. T.1. Généralités, caractères botaniques + biologiques. Paris, Maisonneuve et Larose. (Coll. Techniques agricoles et productions méditerranéennes) : 425 p.
- LAPLANTE (A.) et BACHELIER (G.).- 1953 a : Introduction à la pédologie de l'Adamaoua. Etude détaillée dans le secteur de N'Gaoundéré, Cameroun. Centre de Paris, ORSTOM, Yaoundé, Cameroun, IRCAM, no 1237; 40 p. + carte.
- 1953 b : Note préliminaire de la carte pédologique au 1/25 000 de la Réserve d'élevage du Lahore de Wakwa (N'Gaoundéré). Cameroun, ORSTOM : 11 p.
- 1953 c : Un processus pédologique de la formation des cuirasses latéritiques dans l'Adamaoua-Nord Cameroun. C.r. Acad. Sci., 237, 20 : 1277-1279.
- LASSERE (M.).- 1961 : Etude géologique de la partie orientale de l'Adamaoua (Cameroun). Bull. Dir. Mines, Yaoundé, Cameroun (4) : 130 p.
- LEBRUN (J.).- 1947 : La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Inst. Parcs Nat. Congo Belge, 2 vol., 800 p. Cité par Schnell (R.).- 1971 : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol. II. Paris, Gauthier-Vilalrs : 503-951.
- LECOMPT (M.).- 1965 : L'expérimentation et les engrais. Paris, Fed. Nat. Ind. Engrais : 91 p.

- LEEuw (P.N. de).- 1971 : The prospects of livestock production in the North Guinea zone savannas. Seminar on Forage Crops Research in West Africa, Ibadan. Cité par Crowder (L.V.) et Chheda (H.R.), 1982.
- LEGENDRE (L.) et LEGENDRE (P.).- 1979 : Ecologie numérique, Tome 1 : Le traitement multiple des données écologiques. Tome 2 : La structure des données écologiques. Paris, Masson XIV 197 p. et VIII 254 p.
- LE HOUEROU (H.N.)(Edit.).- 1982 : Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances. Int. Symp. on Browse in Africa. April 1980, Addis-Abeba : 491 p.
- LETOUZEY (R.).- 1949 : Feux précoces au Cameroun. Conf. Afr. sols. (Gomra, 8-16/10/48), 3,5,39. Bull. agric. Congo belge, 40 (2) : 1913-1918.
- 1968 : Etude phytogéographique du Cameroun. Paris, P. Lechevalier (Encyclopédie biologique - LXIX) : 511 p.
- 1969 : Observations phytogéographiques concernant le plateau Africain de l'Adamaoua. Adansonia, sect. B, 29 (3) : 321-337.
- LHOSTE (Ph.).- 1967 : Comportement du bétail Zébu en Adamaoua Camerounais. 1 - Etude des femelles adultes : comparaison de la race locale et les métis demi-sang Brahman. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 20 (2) : 329-342.
- 1968 : Comportement saisonnier du bétail Zébu en Adamaoua Camerounais. II. La croissance avant sevrage pour les veaux de race locale et les métis demi-sang Brahma. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 21 (4) : 499-517.
- 1969 : Les races bovines de l'Adamaoua (Cameroun). Colloque sur l'élevage, Fort-Lamy, F1, no 36, sect.5.1. : 519-533.
- 1973 a : Embouche de taurillons: Essais de substitution du maïs par du manioc enrichi en urée. Actes colloque Dakar, Sénégal : 79 - 81.
- 1973 b : Note de présentation du thème : rationnement et résultats des croissances. Actes colloque Dakar, Sénégal : 125-128.
- 1973 e : Note sur l'économie de l'embouche au Cameroun. Actes colloque Dakar, Sénégal : 247.
- 1973 f : Note sur trois boeufs de boucherie exceptionnels en Adamaoua, Cameroun. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 25 (3) : 363-366.
- 1977 a : Amélioration génétique des zébus de l'Adamaoua (Cameroun) Actes colloque de Bouaké, Côte d'Ivoire. Recherche sur l'élevage bovin en zone tropicale humide.
- 1977 b : L'utilisation de la mélasse du Cameroun en embouche bovine. Expérimentation sur différents types d'animaux : boeufs, vaches de réforme et taurillons. Actes colloque de Bouaké, Côte d'Ivoire. Recherches sur l'élevage bovin en zone tropicale humide.

- LHOSTE (Ph.).- 1977 c : Note sur un essai de production de jeunes bovins précoces du Cameroun. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 30 (7) : 309-315.
- LHOSTE (Ph.) et DUMAS (R.).- 1972 a : Embouche intensive des Zébus de l'Adamaoua. I. comparaison de différents systèmes d'alimentation - 1970 - Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 25 (2) : 279-280.
- 1972 b : Embouche intensive des Zébus de l'Adamaoua. II. Influences de la durée de la période d'embouche. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 25 (2) : 281-293.
- LHOSTE (Ph.) et PIERSON (N.).- 1973 d : Embouche intensive de jeunes mâles : comparaison de taurillons et bouvillons de trois races. Actes colloque Dakar, Sénégal : 233-236.
- 1973 g : Etude des mortalités et cas d'urgence à la Station zootechnique de Wakwa (Cameroun). Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 26 (4) : 431-442.
- 1975 b : L'expérimentation de l'insémination artificielle au Cameroun par importation de semence congelée. I. Insémination artificielle de femelles zébus en chaleurs naturelles. II. Essai de synchronisation de l'oestrus sur femelles zébus. Rev. Elev. Med. vet. Pays trop., 28 (4) : 513-522; 29 (1) : 67-74 p.
- LHOSTE (Ph.), PIERSON (N.) et GINISTY (L.).- 1973 c : Essai de finition de boeufs zébus avec utilisation maximale de mélasse. Actes colloque Dakar, Sénégal : 139-148.
- 1975 a : Essai d'engraissement de boeufs zébus à partir de farine basse de riz du Nord-Cameroun. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 28 : 217-223.
- L.M.Z.- 1984 : Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants. 2^eédit., Centrale des moyens d'enseignement agricole. Zollikofen, Suisse : 151 p.
- MARTIN (D.) et SEGALIN (P.P.- 1966 : Carte pédologique du Cameroun oriental au 1/1 000 000. Centre de Yaoundé, Cameroun, ORSTOM. + Note explicative : 133 p.
- MASSON (H.).- 1948 : La température du sol au cours d'un feu de brousse au Sénégal. Agr. trop., 3: 174-179. Cité par Schnell (R.).- 1971 : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol. II. Paris, Gauthier-Vilars : 503-951.
- MBAH (D.A.).- 1982 a : Note on the influence of season on milk yield at Wakwa. Rev. Sci. Tech., Yaoundé, Cameroun, 2 (1) : 145-148.
- 1982 b : Mortality due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmiasis and streptothricosis among six genetic groups of cattle at Wakwa. Rev. Sci. Tech., Yaoundé, Cameroun, 2 (2-3) : 81-87.
- 1982 c : Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamaoua) environment. I : Resistance to cattle ticks. Rev. Sci. Tech. Yaoundé, Cameroun, 2 (2-3) : 101-105.

- MEMENTO DE L'AGRONOME.- 1980 :3ème édition, Paris, Ministère de la Coopération. (Coll. tech. rurales en Afrique) : 1600 p.
- MENAUT (J.C.).- 1979 : Primary production, pp. 122-145, in Tropical grazing land ecosystems. A state of knowledge report prepared by UNESCO/ UNEP/FAO. Natural resources 16, UNESCO, Paris.
- MENAUT (J.C.) et CESAR (J.).- 1979 : Structure and primary productivity of Lamto savannas. Ivory Coast, Ecology, 60 (6): 1197-1210.
- MESNIL (J.).- 1974 : Les introductions de plantes fourragères à Wakwa de 1954 à 1974. Rapport de stage, N'Gaoundéré, Station fourragère de Wakwa, IEMVT : 65 p.
- MIEGE (J.).- 1955 : Les savanes et forêts claires de Côte d'Ivoire. (Etudes éburn. 4) : 62 à 81. Cité par Letouzey (1968).
- MONNIER (F.).- 1956-1963 : Rapports annuels, Station fourragère de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun.
- 1959 : La Station fourragère de Wakwa. Programme d'études et premières réalisations. N'Gaoundéré, Station de Wakwa : 284 p.
- MONNIER (F.). et PIOT (J.).- 1964 : Problèmes de pâturage dans l'Adamaoua (Cameroun). Bois Forêts Trop., (97) sept-oct., : 3-16.
- MONNIER (Y.).- 1981 : La poussière et la cendre. Paris, Agence de Coopération culturelle et technique. : 243 p.
- MONNIER (Y.) et CERF (A.).- 1977 : Influence du feu de brousse sur le coefficient d'albédo de Lamto. Annls. Univ. Abidjan, série E, : 49-53.
- PHILIPPS (J.).- 1974 : Effects of fire in forest and savanna ecosystems of sub-saharan Africa.- In : Kozlowski (T.T.) & Ahlgren (C.E.), Fire and Ecosystems, pp. 435-481. New York, San Francisco, London (Acad. Press).
- PICARD (D.).- 1976 : Dynamique racinaire de Panicum maximum. Jacq et apport au sol de matières organiques. Paris, ORSTOM. : 200 p.
- PIERSON (N.).- 1977 : Bilan d'un essai de contrôle de lactation sur les vaches de trois groupes génétiques différents. Colloque de Bouaké, Côte d'Ivoire. Recherches sur l'élevage bovin en zone tropicale humide.
- PIOT (J.).- 1964-1974 : Rapports annuels de la station fourragère de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun, IEMVT.
- 1966 a : "Note pour aider à définir une politique des feux". N'Gaoundéré, Station fourragère de Wakwa, 5 p.
- 1966 b : "Etudes pastorales en Adamaoua camerounais". Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 19 (1) : 45-65.
- 1966 c : "Essais de fixation des sols par les graminées dans l'Adamaoua camerounais". Le Cameroun agricole pastoral et forestier. Edit. Chambre d'Agriculture et d'Elevage et des Forêts, du Cameroun. (102) : 18-24.

- PIOT (J.).- 1969 a : Végétaux ligneux et pâturages des savannes de l'Adamaoua au Cameroun. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 22 (4) : 541-559.
- 1969 b : Cultures fourragères et élevage extensif. Conditions de l'Adamaoua. Colloque Elevage OCAM, Fort-Lamy.
- 1970 : Pâturage aérien au Cameroun. Utilisation des ligneux par les bovins. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 23 (4) : 503-517.
- 1971 : Le Calopogonium mucunoides en Adamaoua camerounais. INRA-Paris. Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants : 170-173.
- 1973 : Rapport général sur les études de meilleurs temps de repos à la fauche. N'Gaoundéré, Cameroun, Station fourragère de Wakwa, IEMVT : 112 p.
- 1975 a : Complémentations alimentaires en élevage semi-extensif sur savanes soudano-guinéennes d'altitude au Cameroun. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 28 (1) : 67-77.
- PIOT (J.) et RIPPSTEIN (G.) - 1975 b : Productivité, valeur fourragère et dynamique à différents rythmes de coupe, de trois formations pastorales naturelles de l'Adamaoua camerounais. Actes du colloque de Bamako : Inventaire et cartographie des pâturages naturels en Afrique.
- 1975 c : Principales espèces herbacées de quelques formations pastorales de l'Adamaoua camerounais. Ecologie et dynamique à différents rythmes d'exploitation. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 28 (3) : 427-434.
- 1976 : Brachiaria brizantha. Meilleurs temps de repos. Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 29 (2) : 173-177.
- PITOT (A.), MASSON (H.).- 1951 : Quelques données sur la température au cours des feux de brousse aux environs de Dakar. Bull. IFAN., 13 : 711-732.
- PLOWES (D.C.H.).- 1955 : Veld burning. How, why and when. Rhod. agric. J., 52 (5) : 380-394.
- POISSONET (J.) et CESAR (J.).- 1972 : Structure spécifique de la strate herbacée dans la savane à palmier ronier de Lamto (Côte d'Ivoire). Annls. Univ. Abidjan, Séries E, T.V., fasc. 1 : 577-601.
- PRATT (D.J.) & GWYNNE (M.D.).- 1977 : Rangeland Management and Ecology in East Africa. Hodder and Stoughton : 310 p.
- QUIDET (P.), MASMEJEAN (T.).- 1962 : Organisation, conduite, interprétation des essais de fumure. Serv. agro. Potasses d'Alsace : 103 p.

- RAMSAY (J.M.) and ROSE INNES (R.).- 1963 : Some quantitative observations on the effects of fire on the Guinea Savanna vegetation of northern Ghana over a period of 11 years. *African soils*, 8: 41-85.
- RENSBURG (H.J.) Van., 1952 : Burning experiments on the Msima River Stock Farm, Southern Highland, Tanganika. *E. afr. agric. J.*, 17 : 1-11.
- RIPPSTEIN (G.).- 1975-1982 : Rapports annuels du Centra de recherches zoo-techniques de Wakwa. Programme agrostologique. C.R.Z. de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun.
- 1979 : L'entretien des bovins en saison sèche. L'utilisation du *Stylosanthes guianensis* et du tourteau de coton. Paris, IEMVT, N'Gaoundéré, Station de Wakwa/IRZ : 11 p.
- 1979-1980 : 13 fiches techniques de vulgarisation agrostologique, CRZ de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun.
- 1980 a : Comparaisons de la productivité de différents systèmes d'exploitation de pâturages de l'Adamaoua camerounais en saison des pluies. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 33 (3) : 329-337.
- 1980 b : Comparaisons de régimes alimentaires d'entretien de zébus de l'Adamaoua camerounais au pâturage en saison sèche. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 33 (4) : 417-426.
- RIPPSTEIN (G.) et BOUDET (G.).- 1977 : Expérimentation sur parcours de savanes tropicales humides. Actes du Colloque de Bouaké, Recherches sur l'élevage bovin en zone tropicale humide. Bouaké, Côte d'Ivoire, 18-27 avril 1977, Maisons-Alfort, IEMVT, : 227-243.
- RISOPOULOS (S.A.).- 1966 : Aménagement et utilisation des pâturages en République Démocratique du Congo. Rome FAO, Pâturages et cultures fourragères no 1, 162 p. cité par MENAUT (J.C.).- 1981 : Ecosystèmes pâturés tropicaux, Paris, UNESCO. (Recherches sur les ressources naturelles, XVI) : 675 p.
- RIVIERE (R.).- 1967 : Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, Ministère de la Coopération Française. (Coll. IEMVT : Manuels et Précis d'Elevage no 9) : 519 p.
- ROLAND (J.C.).- 1967 : Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Données préliminaires sur le cycle annuel de la végétation herbacée, *Terre Vie*, 21 : 228-248.
- ROSE-INNES (R.).- 1971 : Fire in West African vegetation. *Proc. of the Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 11 : 147-173.
- ROWE-ROWE (D.T.).- 1982 : Influence of fire on small mammal populations on the Natal Brankensberg. *S. afr. J. Wildl. Res.*, 12 (4) : 124-129.
- SAVAGE (M.J.).- 1980 : The effect of fire on the grassland microclimate. *Herb. Abstr.*, 50 (12) : 589-603.

- SCHARRER (K.), KUERSCHNER (K.).- 1932 : Ein neues, rasch durchführbares Verfahren zur Bestimmung der Rohfasen in Futtermitteln, Biedermanus Zentr. bl. Agrik. Chem.u. rationnelle Landw. betrieb, B. Tierernährer, 3 : 302-310.
- SCHNELL (R.).- 1971 : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol. II : les milieux, les groupements végétaux. Paris, Gauthier-Villars : 503-951.
- SEGALEN (P.).- 1967 : Les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 5 (2) : 137-187, 4 fig., 10 fotogr., bibliogr.
- SEMPLE (A.T.).- 1956 : L'amélioration des herbages dans le monde. Rome, FAO : 169 p.
- SILLIANS (R.).- 1958 : Les savanes de l'Afrique centrale. Essai sur la physiologie, la structure et le dynamisme des formations végétales ligneuses des régions sèches de la République centrafricaine. Paris, Lechevalier ; 423 p. + ill.
- SMITH (D.).- 1973 : The nonstructural carbohydrates chemistry and biochemistry of herbage. Vol. 1, chap. 3 : 105-155. London, Academic Press.
- SUCHEL (J.B.).- 1972 : La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. Univ. Bordeaux, France, CEGT(CNRS. (Travaux et Documents de Géographie tropicale no 5) : 283 p.
- 1978 : Les températures au Cameroun. Univ. Dijon, Centre Rech. Climat., cah. 8 : 1-19 + cartes + annexes.
- TIBUI (J.A.).- 1984 : Un essai de typologie des communautés végétales des pâturages de Wakwa (Cameroun). Mémoire DEA, Université Paris XI, Centre Orsay : 34 p. + annexes.
- TOUTAIN (B.).- 1979 : Principales plantes fourragères tropicales cultivées. Maisons-Alfort, IEMVT. (note de synthèse no 3) : 201 p. + annexes.
- TRABAUD (L.).- 1980 : Impact biologique et écologique des feux de végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc. C.N.R.S./C.E.P.E., Montpellier, Thèse, 288p.
- TROCHAIN (J.L.).- 1980 : Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. Toulouse, Université Paul Sabatier : 468 p.
- VALLERAND (F.).- 1979 : Réflexion sur l'utilisation des races locales en élevage africain. Exemple du mouton Djallonké dans les conditions physiques et sociologiques du Cameroun. Thèse, ENSA Toulouse : 400 p.
- VESSEREAU (A.).- 1960 : Méthodes statistiques en biologie et en agronomie. Paris, Baillière : 540 p.
- VOISIN (A.).- 1957 : Productivité de l'herbe. Paris, Flammarion : 467 p.
- 1960 : Dynamique des herbages. Paris, La Maison Rustique : 319 p.

- VOGL (R.J.).- 1974:Effect of Fire on Grassland. In : Kozlowski (T.T.). and Ahlgren (C.E.).- 1974 : Fire and Ecosystems. Academic Press, New-York, San Francisco, London : 139-182.
- VUATTOUX (R.).- 1970 : Observations sur l'évolution des strates arborée et arbustive dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Annls. Univ. Abidjan, seri. E, Ecologie, 3 (1) : 285-335.
- WALKER (B.H.).- 1981 : Is Succession a Viable concept in African Savannas Ecosystem ? 25 : 431-447. In : West (D.C.), Shugart (H.H.), Botkin (B.) (Edits).- 1981 : Forest Succession, Concept and Application. Springer-Verlag, New-York, Heidelberg, Berlin.
- WALKER (B.) et SCOTT (G.D.).- 1968 a : Grazing experiments at Ukiriguru, Tanzania. I. Comparaison of rotational and continuous grazing systems on natural pastures of Harpan soils. E. Afr. agric. For. J., 34 : 224-234.
- WALKER (J.).- 1981 : Fuel dynamics in Australian vegetation. In : Gill (A.M.), Groves (R.H.) and Noble (I.R.) (Edit.) : Fire and the Australian biota. Academy of Science, Camberra : 101-127.
- WERGER (M.J.A.).- 1983 : Tropical grasslands, savannas, Woodlands : natural and manmade. In : Holzner (W.) et al (Eds).- 1983 : Man's impact on vegetation. Dr. W. Junk Publ., The Hague/Boston/ London : 365 p.
- WEST (O.).- 1958 : Bush encroachment, veld, burning and grazing management. Rhod. Agric. J., 55 : 407-423.
- 1965 : Fire in vegetation and its use in pasture management with special reference to tropical and sub-tropical Africa. Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, 1 : 53 p.
- WILDI (O.) et ORLOCI (L.).- 1983 : Management and multivariate analysis of vegetation data 2e éd. révisée. Birmensdorf, Institut Fédéral de Recherches Forestières, (Rap. 215) : 139 p.

IX A N N E X E S

- Tableaux A1 - A4 : Protocoles d'exploitation des parcs
- B1 - B5 : Relevés climatologiques de l'Adamaoua
- C1 et C2 : Espèces ligneuses, espèces herbacées citées

Tab. A1 Protocole d'exploitation et de traitement des parcs
basaltiques de Wakwa de 1958 - 1963

<u>Parcs</u>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R9
<u>Traitements</u>							
Chargement SP (Kg P.V./ha)	250	250	450	450	450	450	530
Périodicité	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Chargement en SS	0	0	0	0	0	0	0
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	0	Feu	Feu
Type de feu (mois)	Déc.	Fév.	Déc.	Fév.	Sans	Déc.	Fév.
Traitement des ligneux	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
(Suite 1958 - 63) Parcs	R11	R12	R14	R15	R16	R17	F3
Chargement SP	450	450	450	450	450	450	450
Périodicité	1/1	2/3	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Chargement en SS	0	0	0	0	0	0	0
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	0	0	Feu
Type de feu (mois)	Déc.	Avr.	Déc.	Déc.	Sans	Sans	Déc.
Traitement des ligneux	D	D	D	D	D	D	ND
(suite 1958-63) Parcs	F6	F9	F14	F15	F16	F17	
Chargement SP	530	530	530	450	530	530	
Périodicité	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	
Chargement en SS	0	0	0	0	0	0	
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	
Type de feu (mois)	Déc.	Fév.	Déc.	Déc.	Déc.	Déc.	
Traitement des ligneux	ND	ND	D	D	D	D	

Abréviations, cf. p. 3.

Annexe A

Tab. A2 (Suite) Protocole d'exploitation et de traitement des
parcs granitiques de Wakwa de 1958 - 1963

<u>Parcs</u>	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G9
<u>Traitements</u>							
Chargement SP (Kg.P.V./ha)	220	220	350	350	350	350	450
Périodicité	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/3	1/1
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Chargement en SS	0	0	0	0	0	0	0
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	0	Feu	Feu
Type de feu	Déc.	Fév.	Déc.	Fév.	Sans	Déc.	Avr.
Traitement des ligneux	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<u>Parcs</u>	G11	G12	G14	G15	G16	G17	
Chargement SP	400	400	350	350	350	350	
Périodicité	2/3	2/3	2/3	2/3	1/1	1/1	
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	
Chargement en SS	0	0	0	0	0	0	
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	
Type de feu	Déc.	Avr.	Déc.	Déc.	Déc.	Déc.	
Traitement des ligneux	D	D	D	D	D	D	

Tab. A3 Protocole d'exploitation des parcs de 1964 à 1975 sur pâturages des sols basaltiques rouges (Parcs R) et basaltiques foncés (Parcs F)

Traitements No du parc	A			D				E	
	R5	R16	R17	R15	R6	F17	F6	F3	F9
Charge de saison des pluies (kg poids vif/ha)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Fréquence	1 an / 1	1/1	1/1	2/3	2/3	2/3	2/3	1/2	1/2
Type d'exploitation	Pâturage en rotation	Pat/rot.	Pat/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.
Charges de saison sèche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fréquence	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traitement végétation en SS	-	Girobroyage	Girob.	feu Différé (avril)	feu Précoce (déc.)	feu Précoce (déc.)	feu Précoce (déc.)	feu PleinSS (février)	feu Plein FF (février)
Date de mise à feu en SS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Végétation ligneuse	non déboisé	Déboisé	Déboisé	Déboisé	non déb.	Déboisé	non déb.	non déb.	non déb.

Sur pâturages des sols granitiques (Parcs G)

Traitements No du parc	A	D		E			
	G5A/G5B	G15	G6A	G14	G4A	G12	G6B
Charge de SP (Kg pds. vif/an/ha)	500	500	500	500	500	500	500
Fréquence	1/1	2/3	2/3	1/2	1/2	1/2	1/2
Type d'exploitation	Pâturage en rotation	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot.
Charge de SS	0	0	0	0	0	0	0
Fréquence	-	-	-	-	-	-	-
Traitement végét. en SS	-	feu février	feu avril	feu février	feu décembre	feu décembre	feu avril
Date de mise à feu	-	-	-	-	-	-	-
Végétation ligneuse	non déboisé	déboisé	non déb.	déboisé	non déb.	déboisé	non déb.

Tab. A3 (suite) Sur pâturages des sols basaltiques rouges (Parcs R) et basaltiques foncés (Parcs F)

Traitements (séries) No du parc	B							C			
	F9	F14	R1	R2	R3	R12	R4	R14	R11	F15	F16
Charges de saison des pluies (Kg poids vif/ha)	500	500	500	500	500	500	500	250	250	250	250
Type d'exploitation	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot.	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot
Charge de saison sèche	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Fréquence	1 à 1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Traitement végétation en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu
Date de mise à feu	Décembre	avril	février	février	février	février	avril	avril	déc.	déc.	avril
Végétation ligneuse	non déboisé	déboisé	non déb.	non déb.	non déb.	déboisé	non déb.	déb.	déb.	déb.	déb.

Sur pâturages des sols granitiques (Parcs G)

Traitements No du parc	B			C		
	G4	G1/02	G17	G11	G9	G3
Charge de saison des pluies	500	500	500	250	250	250
Type d'exploitation	Pât/rot.	Pât/rot.	Pât/rot	Pât/rot	Pât/rot.	Pât/rot
Charge de saison sèche	125	125	125	125	125	125
Fréquence	1/4	1/4	1/4	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Traitement végétation en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu
Date de mise à feu	Déc.	déc.	déc.	février	déc.	avril
Végétation ligneuse	non déboisé	non déboisé	déboisé	déboisé	non déboisé	non déb.

Annexe A

Tab. A4 Protocole d'exploitation et de traitement des parcs
basaltiques de Wakwa de 1975 - 1982

Parcs	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Séries	M	M	M	R	A	R	R
Traitements							
Chargement SP(Kg P.V./ha)	450	450	450	400	-	400	400
Périodicité	1/2	1/2	1/2	2/3	-	2/3	2/3
Type d'exploitation	RT	RT	RT	RT	-	RT	RT
Chargement en SS	250 1/1	250 1/1	250 1/1	250 1/1	-	250 1/3	250 1/3
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu	Feu
Type de feu (mois)	Fév.	Fév.	Fév.	Fév.	Fév.	Déc.	Fév.
Traitement des ligneux	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Divers	+C	+C	+C	+C	Régén.	+C	+C
(suite 75-82) Parcs	R9	R11	R12	R14	R15	R16	R17
Séries	R	R	R	R	R	A	A
Chargement SP	400	400	400	400	400	350	350
Périodicité	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	1/1	1/1
Type d'exploitation	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT
Chargement en SS	250 2/3	250 2/3	250 2/3	250 2/3	250 2/3	350	350
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Foin 1/3	Foin 1/3	Foin 1/3	Foin 1/3	Reg. 1/1	Reg. 1/1
Type de feu (mois)	Fév.	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans
Traitement des ligneux	ND	D	D	D	D	D	D
Divers	+C	+C	+C	+C	+C	+C	+C
(suite 75-82) Parcs	R18C	R18D	M1	M1	M2	SZ1 +SZ5	SZ11B
Séries	A	A					
Chargement SP	0	300	400	400	400	350	0
Périodicité	0	1/1	1/1	1/1	3/4	1/1	0
Type d'exploitation	SR	SR	SR	SR	SR	SR	0
Chargement en SS	1000	250	400	400	400	350	0
Traitement tapis herbacé en SS	Foin 1/1	Sans	Stylo 1/3	Foin 1/3	Foin 1/3	Foin 1/1	0
Type de feu (mois)	0	0	0	0	0	0	0
Traitement des ligneux	D	DS	D	D	D	D	D
Divers	+C	+C Exploité par des moutons					Semis Stylo Régén.

Tab. A4 (Suite)

Protocole d'exploitation et de traitement
des parcs granitiques de Wakwa de 1975 - 1982

Parcs	G1	G2	G3	G4A	G4B	G5A	G5B
Séries	G	G	G	A	A	A	A
Traitements							
Changement SP (Kg P.V./ha)	350	350	350	350	350	0	0
Périodicité	2/3	2/3	1/2	1/1	1/1	0	0
Type d'exploitation	RT	RT	RT	RT	RT	0	0
Changement en SS	200	200	200	250 1/3	250 1/3	0	0
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	Feu 2/3	Feu 2/3	Feu 1/1	Feu 1/1
Type de feu (mois)	Déc/Fév	Déc/Fév	Déc/Fév	Fév.	Fév.	Fév.	Fév.
Traitement des ligneux	ND	ND	ND	ND	ND	DS	DS
Divers	+C	+C	+C	+C	+C	Régén.	Régén.
(suite 1975-82) Parcs	G6A	G6B	G9	G11	G12	G14	G15
Séries	G	G	G	M	M	G	G
Changement SP	400	400	350	350	350	350	350
Périodicité	1/3	1/3	2/3	1/2	1/2	2/3	2/3
Type d'exploitation	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT
Changement en SS	200 2/3	200 2/3	200 2/3	250 1/2	250 1/3	200 3/4	200 3/4
Traitement tapis herbacé en SS	Feu	Feu	Feu	FEu	FEu	Feu	Feu
Type de feu (mois)	Avr/Fév	Déc/Fév	Déc/Fév	Fév.	Avr/Fév	Fév 1/1	Fév 3/4
Traitement des ligneux	ND	ND	ND	D	D	D	D
Divers	+C	+C	+C	+C	+C	+C	+C
(suite 1975-82) Parcs	G16A	G16B	G17	B1	B2	B3	
Séries	M	M	M	G	G	G	
Changement SP	350	350	350	350	350	350	
Périodicité	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	
Type d'exploitation	RT	RT	RT	RT	RT	RT	
Changement en SS	215 1/2	215 1/2	215 1/2	300 2/3	300 2/3	300 2/3	
Traitement tapis herbacé en SS	Feu 1/1	Feu 1/1	Feu 1/1	Feu 1/2	Feu 1/2	Feu 1/2	
Type de feu (mois)	Avr/Fév	Avr/Fév	Avr/Fév	Déc.	Déc.	Déc.	
Traitement des ligneux	DS	DS	D	ND	ND	ND	
Divers	+C	+C	+C	+C	+C	+C	

Tab. B1 Pluviométrie (hauteurs moyennes des pluies en mm.)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
NGAOUNDERE - météo 7°19'N 13°34'E 1120 m	2	2	43	147	208	238	267	285	252	146	13	2	1604
WAKWA 7°14'N 13°34'E 1150 m	1	6	58	172	218	239	267	300	255	194	5	1	1716
TIBATI 6°19'N 12°36'E 873 m	4	13	64	134	183	206	278	270	297	248	45	6	1749
BANYO 6°47'N 14°22'E 1027 m	6	23	85	164	218	222	282	262	283	210	34	8	1797
MEIGANGA 6°32'N 14°22'E 1027 m	4	9	59	113	174	196	262	249	274	211	35	5	1592
BOUAR (RCA) 5°56'N 15°35'E 936 m	5	27	75	122	136	174	198	316	282	197	36	4	1574
YOKO 5°33'N 12°22'E 1031 m	13	75	85	134	176	159	160	181	313	306	74	12	1638

Tab. B2

Températures

Station : NGAOUNDERE - météo 7°19'N - 13°34'E - 1120 m

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne maxima (°C)	30,3	31,4	31,8	30,1	28,4	27,1	25,9	25,7	26,4	27,9	29,6	30,2	28,7
Moyenne minima (°C)	12,7	14,3	16,7	17,7	17,0	16,9	16,9	16,9	16,4	16,0	13,9	12,8	15,7
Moyenne $\frac{T_x + T_n}{2}$ (°C)	21,5	22,8	24,3	23,9	22,7	22,0	21,4	21,3	21,4	22,0	21,8	21,5	22,2
M. maxima absolue	33,0	33,7	34,6	33,2	31,1	29,7	28,2	28,6	28,9	30,1	31,7	32,0	34,6
M. minima absolue	10,0	10,8	13,3	14,6	15,0	14,8	14,8	15,3	14,4	14,0	11,2	10,4	9,3
Maxima absolus observés	34,3	35,4	35,9	35,7	33,0	31,2	29,5	29,7	30,7	32,0	33,4	33,9	35,9
Minima absolus observés	7,8	8,0	9,5	12,0	14,0	13,0	13,6	13,2	13,5	11,9	7,2	6,4	6,4

Tab. B3 Humidité relative

Station : NGAOUNDERE - météo 7°19'N - 13°34'E - 1120 m

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
H.R. maxima (%)	61	62	77	93	97	98	98	99	99	99	86	72	86,8
H.R. minima (%)	17	16	25	43	55	59	63	63	60	51	30	21	41,9
Moyenne (%)	39	39	51	68	76	78,5	80,5	81	79,5	75	58	46,5	64,35

Tab. B4

Evaporation - Insolation

Station : NGAOUNDERE - météo 7°19'N - 13°34'E - 1120 m

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
E moyenne (mm) (Piche)	307,2	303,8	265,4	133,3	89,6	65,8	61,5	61,0	46,2	96,6	197,5	290,6	1918,5
E max. 24 h (Piche)	15,7	20,1	17,9	20,9	12,1	13,4	14,6	8,7	18,0	15,2	13,8	18,0	20,9
I moyenne (H)	276,1	256,2	218,3	176,0	180,1	147,2	116,1	113,5	126,1	173,5	245,9	288,7	2317,7

Annexe B

Tab. B5 Evapotranspiration (mm) Selon formule de Penman

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
NGAOUNDERE	175	178	173	145	122	101	91	95	97	116	140	167	1600
TIBATI	149	149	162	126	116	100	91	93	95	108	131	141	1461
MEIGANGA	168	156	156	124	114	94	88	94	93	111	133	159	1490

Tab. C1

Noms scientifiques et vernaculaires (Baya) des principales
espèces ligneuses de la station fourragère de Wakwa

(Savane et partie Galeries forestières)
D'après J. Piot (1970)

S : Savane	TA : Très appété	TF : Très fréquent
G : Galerie	A : Appété	F : Fréquent
	PA : Peu appété	PF : Peu fréquent
	NA : Non appété	R : Rare

Noms scientifiques	Famille	Nom vernaculaire (Baya)	Station	Appétib.	Fréq.
Acacia sieberiana DC. var. villosa A. Chev.	Mimosaceae	Ngah	S	PA	PF
Albizia coriaria Welw. ex Oliv.	Mimosaceae	Tolla	S	PA	PF
Albizia zygia (DC) J.F. Macbr.	Mimosaceae	Ndoya	S	PA	PF
Allophylus cf. grandifolius (Bak) Rad.	Sapindaceae	Wi Norzer	G		R
Allophylus africanus P. Beauv. form. africanus	Sapindaceae	Lossa	S		PF
Annona senegalensis Peir. syn. A. arenaria	Annonaceae	Soré	S	NA	TF
Anthocleista nobilis G. Don.	Loganiaceae	Zereforo	G	NA	PF
Antidesma venosum Tul.	Euphorbiaceae	Boufibane	S.G.		PF
Aubrevillea kerstingii (Harms) Pellegr.	Mimosaceae	Soumbou	G		PF
Bauhinia = Piliostigma	Caesalpinaceae	Domo	S	TA	TF
Beilschmiedia spp.	Lauraceae	Ngala	G		R
Bombax buonopozense P. Beauv.	Bombacaceae	Guerre	S		R
Borassus (flabellifer) aethiopum Mart.	Arecaceae	Koh	S		PF
Bridelia ferruginea Benth.	Euphorbiaceae	Sopp ou Nor	S.G.	A	F
Bridelia ndellensis Beille	Euphorbiaceae	Norzer	G	A	PF
Bridelia cf. speciosa Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Sopoli	G	A	PF
Burkea africana Hook.	Caesalpinaceae	Nbékéré	S		R
Butyrospermum paradoxum Hepper subsp. parkii [G. Don] Hepper	Sapotaceae	Kol	S		PF
Canthium venosum (Oliv.) Hiern	Rubiaceae	Ngazidila	G.S.	A	PF
Carissa edulis Vahl	Apocynaceae	Pinsela	S	A	PF
Cassia petersiana Boll.	Caesalpinaceae		S.G.		R
Clausena anisata Hook f. ex Benth.	Rutaceae	Tefoto	G		F
Combretum nigricans tepr. ex Grill. et Perr. et Comb. sp.	Combretaceae	Bathé	S		F
Commiphora kerstingii Engl.	Burseraceae		introduit		
Craterispermum laurinum (Peir.) Benth.	Rubiaceae	Pinsela	G		PF
Crossopteryx febrifuga (Afz.ex G. Don) Benth	Rubiaceae	Goup	S		PF
Croton macrostachyus Hochst. ex Del.	Euphorbiaceae	Foufouifou	S	NA	R
Cussonia arborea Hochst.ex A. Rich. syn. C. barteri	Araliaceae	Bogna	S	TA	F
Daniellia oliveri Hutch. & Dalz.	Caesalpinaceae	Kela ou Keha	S	TA	TF
Deinbollia sp.	Sapindaceae	Saïkabo	G		R
Dombeya cf. gringreseta (Del.) Exell. syn. D. multiflora	Sterculiaceae	Soyi ou Sori	G		R

Annexe C

Tab.C1 (suite)

Noms scientifiques	Famille	Nom vernaculaire (Baya)	Station	Appétib.	Fréq.
<i>Ekebergia senegalensis</i> A. Juss.	Meliaceae	Henga	S		R
<i>Entada abyssinica</i> Steud. ex A. Rich.	Mimosaceae	Nde-Nde	S	NA	TF
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	Mimosaceae	Nde-Nde	S		PF
<i>Eriocoelum kerstingii</i> Gilg ex Engl.	Sapindaceae	Ngekéré	G		R
<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	Fabaceae	Wi Borondong	S		R
<i>Erythrina sigmoidea</i> Hua	Fabaceae	Borondong	S	A	F
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	Wi-Zomo	G	NA	R
<i>Fadogia erythrophloea</i> (K. Schum. et K. Krause) Hutch. & Dalz.	Rubiaceae	Wi-Kobo	S		R
<i>Fagara tessmannii</i> Engl.	Rutaceae	Sototo ou Ngamu	S.G.		F
<i>Faurea speciosa</i> Welw.	Proteaceae	Tekoua	S		PF
<i>F. sur</i> Forsk, syn. <i>Ficus capensis</i> Thunb.	Moraceae	Mbora I	S		PF
<i>F. trichropoda</i> Bek. syn. <i>Ficus congensis</i> Engl.	Moraceae	Tourou ou Batoui	G		PF
<i>Ficus glumosa</i> Del. var. <i>glaberrima</i> Mart.	Moraceae	Kolo	S	A	PF
<i>Ficus glumosa</i> Del. var. <i>glumosa</i>	Moraceae	Kolo	S	A	PF
<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (Miq.) Steud. ex A. Rich.	Moraceae	Mbora	S		F
<i>Ficus ovata</i> Vahl	Moraceae	Balioko	S	PA	PF
<i>Ficus thonningii</i> Blume	Moraceae	Tui	S	TA	F
<i>Ficus umbellata</i> Vahl	Moraceae	Tourou	G		PF
<i>Ficus vallis-choudae</i> Del.	Moraceae	Mboro I	G.S.		F
<i>Ficus vogeliana</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	Gouka	G		PF
<i>Flacourtia vogelii</i> Hook. f.	Flacourtiaceae	Bouigatha	S		R
<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. & Thonn. (Gymnosporia) <i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell.	Rubiaceae	Kiri	S	TA	F
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Celastraceae	Babang	S		F
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Hypericaceae	Totop	G.S.	NA	TF
<i>Hymenodictyon floribundum</i> (Steud. et Hochst.) B.L. Robinson	Euphorbiaceae	Dere	S	A	TF
<i>Jatropha curcas</i>	Rubiaceae	Ndia	G		PF
<i>Lannea schimperii</i> (Hochst. ex A. Rich) Engl.	Euphorbiaceae	Gazinga	S		PF
<i>Lannea acida</i> A. Rich.	Anacardiaceae	Guéthé	S	A	F
<i>Leea guineensis</i> G. Don	Anacardiaceae	Henga	S		PF
<i>Lophira lanceolata</i> Van Tiegn. ex Keay	Vitaceae	Mbaradoua	G		R
<i>Maesa lanceolata</i> Forsk.	Ochnaceae	Kofia	S	A	F
<i>Mangifera indica</i>	Myrsinaceae	Nahéwé	S.G.	NA	F
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	Anacardiaceae	Mangoro	S		F
<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	Euphorbiaceae	Yékélé	S		R
<i>M. ledermaquii</i> K. Krause, syn. <i>Myrtagina ciliata</i> Aubr. & Pellegr.	Celastraceae	Babang	S		F
<i>Mussaenda arcuata</i> Lam ex. Poir.	Rubiaceae	Po ou ZaowaIyaG			PF
<i>Mussaenda erythrophylla</i> Schum. & Thonn.	Rubiaceae	Ngazidila	S	A	PF
<i>Nuclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae	Ngazidila	G	PA	PF
<i>Neoboutonia velutina</i> Prain	Rubiaceae	Doumba	S		F
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Keay	Euphorbiaceae	Popom	G	NA	PF
	Ochnaceae	Tezali	S		PF

Tab. C1 (suite)

Noms scientifiques	Famille	Nom vernaculaire (Baya)	Station	Appétib.	Fréq.
<i>Ochna schweinfurthiana</i> F. Hoffm.	Ochnaceae	Tesankaya	G.S.		PF
<i>Olax subscorpioidea</i> Oliv.	Olacaceae	Tessingo ou Mataguigno	G		F
<i>Ommocarpum bibracteatum</i> (Hochst. ex A. Rich) Bak.	Fabaceae	Zahi	S		PF
<i>Oricia cuavolens</i> (Engl.) Verdoorn	Rutaceae		G		R
<i>Moranthès kerstingii</i> (Engl.) Prance syn. <i>Parinari kerstingii</i> Engl.	Rosaceae	Kanga	G		PF
<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Rosaceae		S		PF
<i>Parkia filicoidea</i> Welw. ex Oliv.	Mimosaceae	Zien	S.G.		PF
<i>Pavetta lasioclada</i> (K. Kranse) Mildbr. ex Brenck.	Rubiaceae		G		PF
<i>Phyllanthus muellerianus</i> Exell (O. Ktze.)	Euphorbiaceae	Sassambara ou Tidui	S	TA	PF
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schum.) Milne-Redh.	Caesalpiniaceae	Domo	S	TA	TF
<i>Pittosporum viridiflorum</i> Sims subsp. <i>dalzielii</i> (Hutch.) Cuf.	Pittosporaceae	Tesso	G	A	PF
<i>Polyscias fulva</i> (Hiern) Harms	Araliaceae	Velebongo	G		R
<i>Azthrossamanea eriorachis</i> (Harms) Aubr; basii					
<i>Protea madiensis</i> Oliv. var. <i>elliottii</i> (Wright) Beard syn. <i>Protea elliottii</i> Ch. W.	Proteaceae	Bobo	S	NA	PF
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Goyavier	Subspont.		PF
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach var. <i>ferrugineum</i> (Hook. f.) Keay et Bilne-Redh.	Hypericaceae	Bouré I	S	PA	F
<i>Psorospermum glaberrimum</i> Hochr.	Hypericaceae	Bouré II	S	PA	F
<i>Psychotria venosa</i> (Hiern) Petit	Rubiaceae	Tepo	G		F
<i>Randia malleifera</i> = <i>Rothmannia whitfieldii</i> (Lindl.) Dandy (Hook.) Hook.f.	Rubiaceae		G		PF
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Zinga	Subspont.		R
<i>Santaloides afzelii</i> (R. Br. ex Planch) Schellenb.	Connaraceae	Ndorkara	G		F
<i>Sapium ellipticum</i> (Hochst.) Pax	Euphorbiaceae		S		R
<i>Securidaca longipedunculata</i> Fres.	Polygalaceae	Homo	S	A	PF
<i>Spondianthus preussii</i> Engl. var. <i>glaber</i> (Engl.) engl.	Euphorbiaceae	Ngothovo	G	A (Toxiq.)	R
<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	Umbelliferaceae	Wi Bogna ou Djoungo-Faourou	S		PF
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Sterculiaceae	Pomboli	G		PF
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	Bignoniaceae	Saguene	S		PF
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Loganiaceae	Kobo	S		F
<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	Caesalpiniaceae	Nakiri	S		R
<i>Syzygium guineense</i> DC. var. <i>guineense</i>	Myrtaceae	Zomoli	G	NA	PF
<i>Syzygium guineense</i> DC. var. <i>macrocarpum</i> Engl.	Myrtaceae	Kelou	S	NA	TF

Tab. C1 (suite)

Noms scientifiques	Famille	Nom vernaculaire (Baya)	Station	Appétib.	Fréq.
<i>T. mollis</i> Laws syn. <i>Terminalia dewevrei</i> de Wild et Th. DW.	Combretaceae	Bakoua	S	NA	PF
<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth.	Combretaceae	Bakoua	S	NA	PF
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	Combretaceae	Bakoua	S	PA	TF
<i>T. eretica</i> Vahl syn. <i>Trichilia roka</i> (Forsk) Chiov.	Meliaceae	Pouyanga	S		PF
<i>Tricalysia okelensis</i> Hiern var. <i>oblanceolata</i> (Hutch et Dalz.) Keay	Rubiaceae	Balantana	G	A	F
<i>Uapaco togoensis</i> Pax	Euphorbiaceae	Dobo	G		F
<i>Uvaria anonoides</i> Bak. f.	Annonaceae	Cor	G		PF
<i>Vernonia amydalina</i> Del.	Asteraceae	Bakassaka ou Ndolé			
<i>Vitex doniana</i> Sweet	Verbenaceae	Bi ou Bili	G	A	PF
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	Verbenaceae	Bilibetana	S	A	PF
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	Mi ou Mili	S		F

Annexe C

Tab. C2

Espèces herbacées citées

Nom scientifique	Famille	Ecologie
<i>Acanthospermum hispidum</i> D.C.	(Compositae) Asteraceae	Anthropique
<i>Aframomum latifolium</i> (Afz.) K. Schum.	Zingiberaceae	
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae	S.P. repos
<i>Andropogon schirensis</i> Hochst. ex A.Rich.	Poaceae	S.C. plateau
<i>Alysicarpus glumaceus</i> (Vahl)DC.	(Papilionaceae) Fabaceae	Anthropique
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	Anthropique
<i>Antherotoma naudini</i> Hook.f.	Melastomataceae	Anthropique
<i>Aspidoglossum angustissimum</i> (K. Schlum.) Bullock	Asclepiadaceae	
<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.	Acanthaceae	Anthropique
<i>Bidens pilosa</i> L.	(Compositae) Asteraceae	Anthropique
<i>Biophytum umbraculum</i> Welw. (ex B. peter- sianum)	Oxalidaceae	Parc à moutons Wakwa
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A.Rich) Stapf	Poaceae	S.P. sols épu- isés, surpâturés
<i>Brachiaria jubata</i> (Fig. et de Not.) Stapf syn.: <i>B. fulva</i> Stapf	Poaceae	
<i>Bulbostylis</i> spp.		
<i>Cassia absus</i> L.	Caesalpinaceae	Anthropique
<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpinaceae	Parc à moutons
<i>Chloris pilosa</i> Schumach.	Poaceae	
<i>Chloris pycnothrix</i> Trin.	Poaceae	Sol épuisé, dégradé
<i>Chrysanthellum americanum</i> (L.) Vatke	(Compositae) Asteraceae	Anthropique
<i>Commelina africana</i> L.	Commelinaceae	Parc à moutons Jachères
<i>Commelina latericola</i> A. Chev.	Commelinaceae	Jachères, parc à moutons
<i>Crassocephalum gracile</i> (Hook.f.) Milne- Redh. ex Guinea	Asteraceae	Parc à moutons Jachères
<i>Crassocephalum rubens</i> (Juss.ex Jacq.) S. Moore	(compositae) Asteraceae	Anthropique

Tab. C2 (suite)

Nom scientifique	Famille	Ecologie
<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	Poaceae	
<i>Cyathula prostata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae	Anthropique
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	
<i>Cyperus amabilis</i> Vahl	Cyperaceae	Sc. Anthropique
<i>Cyperus haspan</i> L.	Cyperaceae	sc. bas-fonds
<i>Cyperus zollingeri</i> Steud.	Cyperaceae	sc. bas-fonds
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	sc. Anthropique
<i>Digitaria debilis</i> (Desf.) Wild.	Poaceae	
<i>Diheteropogon amplexans</i> (Nees) W.D. Clayton	Poaceae	
<i>Diodia sarmentosa</i> Sw. (Syn.: <i>D. scandens</i> sensu auct. non Sw.)	Rubiaceae	sc. Plateau
<i>Echinochloa nostrata</i> (Stapf) Michael (Syn.: <i>E. crus-galli</i> auct. (Kunth) Schult.)	Poaceae	Zones inondées
<i>Echinochloa stagnina</i> (Retz.) P. Beauv.	Poaceae	Zones inondées
<i>Eichhornia natans</i> (P. Beauv.) Solms-Laub.	Pontederiaceae	
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	
<i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb.) Steud. (Syn.: <i>E. cymbalaria</i> (Kunth) Steud.)	Poaceae	
<i>Eragrostis pectinacea</i> Hubb.	Poaceae	
<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud.	Poaceae	
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud.	Poaceae	
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	(Compositae) Astera-ceae	s.c. Anthropique
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Convolvulaceae	Anthropique
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	Zones dégradées
<i>Haumaniastrum caeruleum</i> (Oliv.) J.K. Morton	Labiatae Lamiaceae	Anthropique
<i>Hyparrhenia bracteata</i> (Humb. et Bonpl. ex Wild.) Stapf	Poaceae	S.P.
<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf	Poaceae	S.P.
<i>Hyparrhenia filipendula</i> (Hochst.) Stapf.	Poaceae	
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Poaceae	
<i>Hyparrhenia smithiana</i> (Hook. f.) Stapf	Poaceae	
<i>Hyparrhenia welwitschii</i> (Rendle) Stapf	Poaceae	S.P. Jachère

Tab. C2 (suite)

Nom scientifique	Famille	Ecologie
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	Jachères sols épuisés
<i>Indigofera spicata</i> Forsk.	Fabaceae	Anthropique
<i>Jardinea congoensis</i> (Hack.) Franch.	Poaceae	
<i>Justicia flava</i> (Forsk.) Vahl	Acanthaceae	Anthropique
<i>Justicia striata</i> (Klotzsch) Bull. (subspontanée : <i>J. insularis</i> (T.Anders) Morton)	Acanthaceae	Anthropique
<i>Kosteletzkia grantii</i> (Mast.) Garcke	Malvaceae	Anthropique
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	Cyperaceae	Parc à moutons Wakwa
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Poaceae	Zones inondées
<i>Leonotis africana</i> (Beauv.) Briq. (Syn.: <i>L. nepetifolia</i> (L.) Ait.f. var. <i>africana</i> (P.Beauv.) Morton)	(Labiatae) Lamiaceae	Anthropique
<i>Loudetia arundinacea</i> (Hochst.ex A. Rich.) Steud.	Poaceae	
<i>Loudetia kagerensis</i> (K. Schum.) Hubb. ex Hutch.	Poaceae	Plateaux - pentes Granitiques
<i>Loudetia annua</i> (Stapf) Hubb.	Poaceae	
<i>Loudetia phragmitoides</i> (A. Peter) Hubb.	Poaceae	
<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C.E. Hubb.	Poaceae	
<i>Mariscus squarrosus</i> (L.) C.B. cl. (Syn.: <i>M. aristatus</i> (Rottb.) Cherm.	Cyperaceae	Anthropique
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Poaceae	
<i>Microchloa indica</i> (L.) P. de.B.	Poaceae	S.G. Plateau, humide
<i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae	Jachères, parc à moutons
<i>Nephrolepis undulata</i> (Afzel.ex Sw.) J. Sm.	Davalliaceae	Parc à moutons Wakwa
<i>Nymphaea indica</i> (L.) O. Ktze	Menyanthaceae	
<i>Oryza longistaminata</i> A. Chev. et Roehr.	Poaceae	Zones inondées lac Wakwa
<i>Pandanus elegantissima</i> (Schinz) Dandy (Syn.: <i>P. cylindrica</i> Hook.f.)	Amaranthaceae	Anthropique
<i>Panicum griffonii</i> Franch.	Poaceae	
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae	Cultivée
<i>Panicum phragmitoides</i> Stapf	Poaceae	Basalte, granite
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Poaceae	
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L. (syn: <i>P. orbiculare</i> Forst.	Poaceae	Sols humides

Tab. C2 (suite)

Nom scientifique	Famille	Ecologie
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Poaceae	Cultivée
<i>Pennisetum hordeoides</i> (Lam.) Steud.	Poaceae	
<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult. (Syn.: <i>P. subangustum</i> (Schumach.) Stapf et Hubb.	Poaceae	
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae	Cultivée
<i>Pennisetum unisetum</i> (Nees) Benth. (Syn.: <i>Beckeropsis uniseta</i> (Nees)	Poaceae	
<i>Physalis micrantha</i> Link.	Solonaceae	Anthropique
<i>Plectranthus glandulosus</i> Hook. f.	(Labiatae) Lamiaceae	sc. Anthropique
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth	Dennotaedtiaceae	Fougère
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton (Syn.: <i>R. exaltata</i> L.f.	Poaceae	Jachères
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubbard (Syn.: <i>R. roseum</i> (Nees) Stapf et Hubb.	Poaceae	
<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sw.) Nees ex Büse	Poaceae	
<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franch.) Stapf	Poaceae	
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston (Syn.: <i>S. semiberbe</i> Nees)	Poaceae	
<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth	Poaceae	Ombrages Zones humides fertili- sées
<i>Setaria megaphylla</i> (Steud.) Dur. et Schinz	Poaceae	Galleries
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf et Hubb. ex M.B. Moss	Poaceae	Sol épuisé, pla- teau
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Parc à moutons Wakwa Jachères
<i>Spermacoce ruelliae</i> DC. (Syn.: <i>Bor- reria scabra</i>) (Schum. et Thonn.) K. Schum.	Rubiaceae	Parc à moutons Wakwa
<i>Sphenostylis stenocarpa</i> (Hochst. ex A.Rich.) Harms	Fabaceae	Plateau
<i>Striga forbesii</i> Benth.	Scrophulariaceae	Jachère, parc à moutons
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.)sw. (Syn. <i>S. gracilis</i> H.B.K.)	Papilionaceae	Introduite
<i>Sporobolus africanus</i> (Poir.) Robyns et Tournay	Poaceae	Altitude
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae	Sols épuisés

Tab. C2 (suite)

Nom scientifique	Famille	Ecologie
<i>Synedrella nodiflora</i> Gaertn.	Asteraceae	Jachères Parc à moutons
<i>Triumfetta pentandra</i> A. Rich.	Tiliaceae	Anthropique
<i>Urelytrum giganteum</i> Pilger (syn.: <i>U. thyrsoides</i> Stapf)	Poaceae	Plateaux granitiques Sous-charge expl. SS
<i>Vossia cuspidata</i> (Roxb.) Griff.	Poaceae	Zones inondées Récolte : Vina

X. PHOTOS

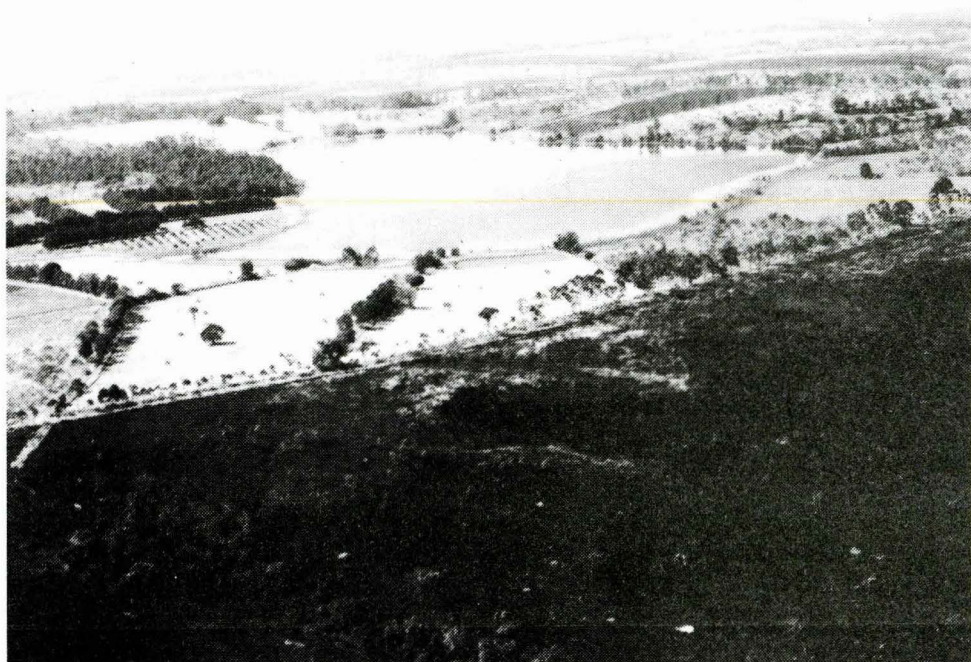


Photo 1 : La Station fourragère de Wakwa en saison sèche



Photo 2 : Quelques parcs d'essai de la Station fourragère de Wakwa



Photo 3 : Dégradation de la flore herbacée



Photo 4 : Dénudation du sol, érosion



Photo 5 : Envahissement par les ligneux, flore herbacée sciaphile et hygrophile au pied des arbres et arbustes



Photo 6 : Taillis arbustifs et dénudation du sol

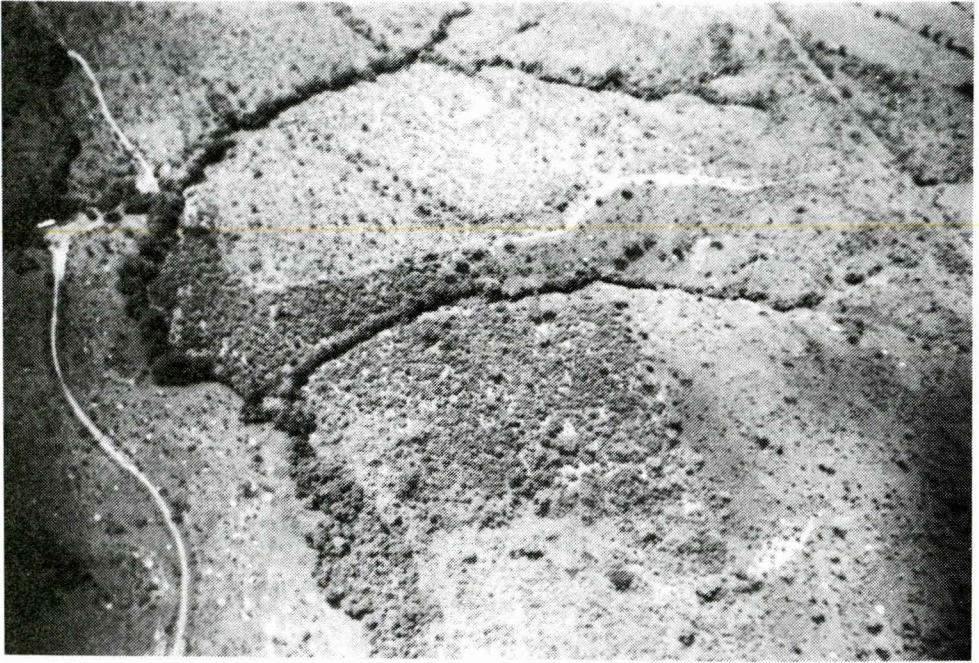


Photo 7 : Au centre parc G5A très envahi par les ligneux
(absence de feu)



Photo 8 : Chaumes et repousses après feu

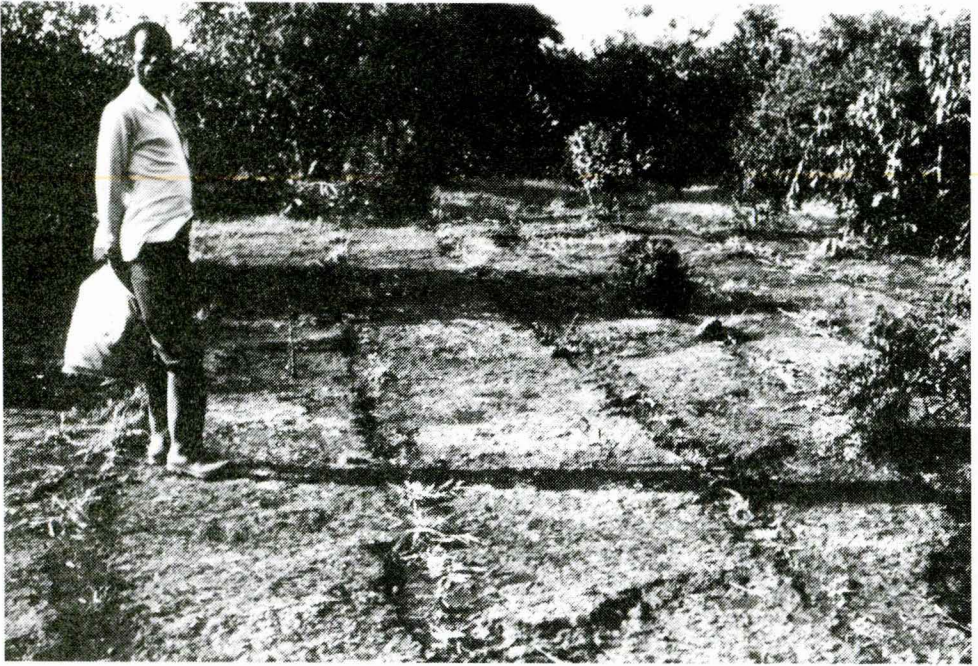


Photo 9 : Essai de régénération par semis



Photo 10 : Feu contrôlé (pare-feu)



Photo 11 : Intensification : foin et complémentation sur savane

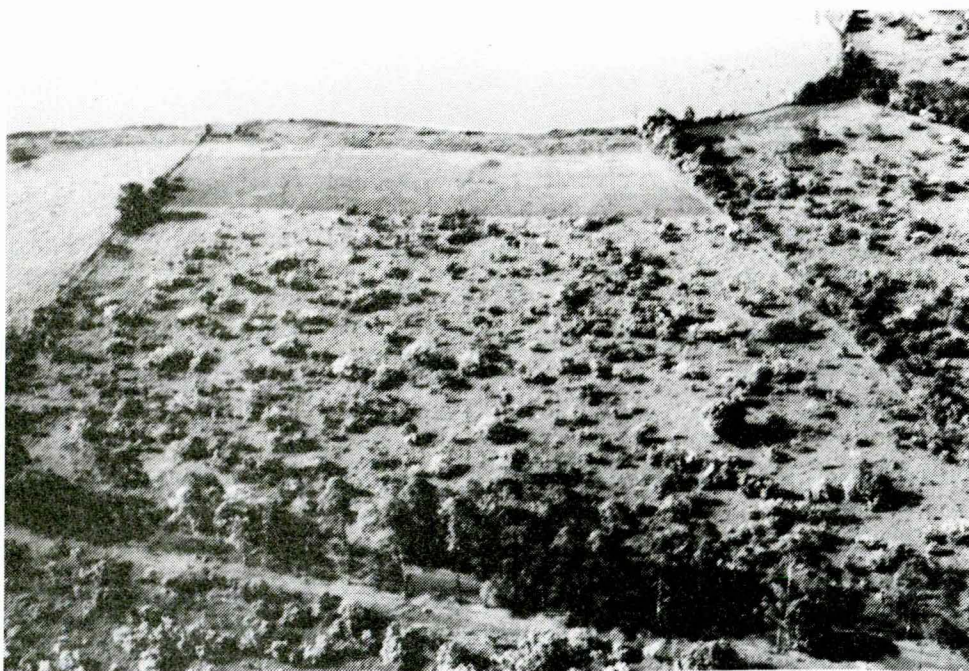


Photo 12 : Aménagements de bas-fonds

ISBN 2-85985-115-1

ISSN-0297-4444